

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

FAKULTA TEXTILNÍ

Študijný program: M3106 – Textilné inžinierstvo

Študijný obor: 3106 T – Textilná technológia

Stanovenie ohybovej tuhosti bavlnených tkanín

Determination of flexural rigidity of cotton woven fabrics

Šlachtová Jarmila

KTT

Vedúci diplomovej práce: Prof. Ing. Bohuslav Stříž, DrSc.

Konzultant: Ing. Iva Mertová

Rozsah práce:

Počet strán textu: 48

Počet obrázkov: 21

Počet tabuliek: 7

Počet grafov: 10

Počet príloh: 11

Originál zadania práce

Prehlásenie

Prehlasujem, že predložená *diplomová* práca je pôvodná a spracovala som ju samostatne. Prehlasujem, že citácia použitých prameňov je úplná, že som v práci neporušila autorské práva (v zmysle zákona č. 121/2000 Sb. O práve autorskom a o právach súvisiacich s právom autorským).

Súhlasím s umiestnením *diplomovej* práce v Univerzitnej knižnici TUL.

Bola som zoznámená s tým, že na moju *diplomovú* prácu sa plne vzťahuje zákon č.121/2000 Sb. o práve autorskom, najmä § 60 (školské dielo).

Beriem na vedomie, že TUL má právo na uzavretie licenčnej zmluvy o použití mojej diplomovej práce a prehlasujem, že **s ú h l a s í m** s prípadným použitím mojej diplomovej práce (predaj, zapožičanie apod.).

Som si vedomá toho, že použiť svoju diplomovú prácu či poskytnúť licenciu k jej využitiu môžem len so súhlasom TUL, ktorá má právo odo mňa požadovať primeraný príspevok na úhradu nákladov, vynaložených univerzitou na vytvorenie diela (až do ich skutočnej výšky).

V Liberci, dňa 15. 05. 2006

.....

Podpis

Pod'akovanie

Veľmi rada by som na tomto mieste chcela poďakovať **Prof. Ing. Bohuslavovi Strížovi, DrSc.** za jeho odborné vedenie. Ďalej by som chcela veľmi pekne poďakovať **Ing. Ive Mertovej** za pomoc a rady pri vypracovávaní mojej diplomovej práce.

V neposlednej rade by som chcela vysloviť „*d'akujem*“ svojim rodičom a starým rodičom, ktorí ma v mojom štúdiu podporovali nielen materiálne, ale aj psychicky.

Anotácia

Témou diplomovej práce je stanovenie ohybovej tuhosti bavlnených tkanín pomocou špeciálneho prípravku a obrazovej analýzy.

V teoretickej časti tejto práce je oboznámenie sa s problematikou ohybovej tuhosti a sú tu popísané rôzne metódy jej zisťovania.

Na vybraných bavlnených tkaninách s rôznou väzbou boli prevádzané merania ohybovej tuhosti.

Táto diplomová práca sa zaoberá overením predpokladu o zhodnosti ohybovej tuhosti na rôznych upínacích dĺžkach, porovnaním nameraných hodnôt s hodnotami získanými zo systému KES a vyjadrením vplyvu koeficienta previazania na ohybovú tuhosť. Výsledky meraní sú uvádzané v tabuľkách a grafoch.

Annotation

The theme of thesis is determination flexural rigidity of cotton woven fabrics by special appliance and image analysis.

In theoretical part of this labor is make the acquaintance to problems of flexural rigidity and there are described different methods its detection.

On chosen cotton fabric with various weave a determination flexural rigidity were perform.

This thesis goes into attest assumption about conformity of flexural rigidity on various clamping length, by comparing measured values with values obtained from system KES and formulation of interlacing coefficient on flexural rigidity. Measured results are inscribed in tables and graphs.

Kľúčové slová

ohybová tuhosť
tkanina
väzba tkaniny
upínacia dĺžka
mechanika kontinua

Key words

flexural rigidity
woven fabric
weave fabric
clamping length
continuum mechanics

Obsah

1. ÚVOD.....	10
2. TEORETICKÁ ČASŤ.....	11
2.1 Charakteristika ohybovej tuhosti.....	11
2.2 Metódy zisťovania ohybovej tuhosti.....	11
2.2.1 Z ťahového diagramu.....	12
2.2.2 Metóda podľa SOMMERA a jej modifikácia.....	12
2.2.3 Metóda podľa ASTM.....	12
2.3.4 Metóda podľa PIERCE.....	13
2.3.5 Metóda podľa ČSN 80 0858.....	13
2.3.6 Metóda podľa STRÍŽA.....	13
2.3.7 Metóda podľa SCHIEFFERA.....	18
2.3.8 Metóda podľa BEKKA.....	18
2.3.9 Metóda podľa Prof. Kawabaty.....	19
2.3.9.1 Ťah.....	19
2.3.9.2 Šmyk.....	20
2.3.9.3 Ohyb.....	20
2.3.9.4 Tlak (hrúbka a stlačiteľnosť).....	22
2.3.9.5 Povrch.....	22
2.4 Stanovenie ohybovej tuhosti podľa Mevalda a Fridrichovej.....	23
2.5 Stanovenie ohybovej tuhosti podľa Mevalda a Fridrichovej.....	23
2.6 Slot test.....	24
2.7 Tkanina.....	25
2.7.1 Základné pojmy.....	25
2.7.2 Základné väzby tkanín.....	27
2.7.2.1 Plátno.....	27
2.7.2.2 Keper.....	28
2.7.2.3 Atlas.....	29
2.7.3 Odvodené väzby.....	30
2.7.3.1 Odvodeniny plátnovej väzby.....	30
2.7.3.2 Odvodeniny keprovej väzby.....	30
2.7.3.3 Odvodeniny atlasovej väzby.....	31
3. EXPERIMENTÁLNA ČASŤ.....	32
3.1 Príprava vzoriek.....	32
3.1.1 Použitý materiál.....	32
3.2 Vyhodnotenie výsledkov.....	33
3.2.1 Stanovenie ohybovej tuhosti v závislosti na väzbe tkaniny.....	33
3.2.2 Stanovenie ohybovej tuhosti v závislosti na upínacej dĺžke.....	40

3.2.3 Porovnanie hodnôt získaných pomocou obrazovej analýzy so systémom KES.....	42
3.3 Overenie správnosti výpočtu.....	45
4. Záver.....	46
Zoznam použitej literatúry.....	47
Prílohy	48

Zoznam použitých symbolov

A	[-]	atlasová väzba
B	[mNmm ²]	ohybová tuhosť
D _o	[1/10cm]	dostava osnovy
D _u	[1/10cm]	dostava útku
E	[N.m ⁻²]	Yongov modul pružnosti v ťahu alebo v tlaku
EI	[Nm ²]	ohybová tuhosť
F	[-]	koeficient previazania
f _o	[-]	koeficient previazania osnovy
f _u	[-]	koeficient previazania útku
q	[Nm ⁻¹]	tiaž textílie
IS	[mNmm ²]	interval spoľahlivosti
I	[m ⁴]	moment zotrvačnosti
K	[-]	keprová väzba
K _m	[cm ⁻¹]	medza krivosti
l	[m]	dĺžka textílie
M(x)	[Nm]	ohybový moment
n _o	[-]	počet osnovných nití
n _u	[-]	počet útkových nití
p _{úo}	[-]	preväzujúce úseky osnovných nití
p _{úu}	[-]	preväzujúce úseky útkových nití
s	[mNmm ²]	smerodatná odchýlka
v	[%]	variačný koeficient
w ₁	[m]	sklon dotýčnice
x ₀ , w ₀	[m]	súradnice koncového bodu
x _c	[m]	súradnica ťažiska ohybovej čiary
\bar{x}	[mNmm ²]	priemerná hodnota ohybovej tuhosti
Z	[-]	pravý smer riadkov keprovej väzbe

1. ÚVOD

Tuhosť plošných textílií v ohybe je dôležitým parametrom komfortu odevných materiálov, pretože niektoré druhy odevov si vyžadujú nízku tuhosť v ohybe (napr. ponožky, pulóver, všetky druhy spodného prádla) a iné druhy zas požadujú väčšiu tuhosť.

Ohybovú tuhosť textílie potrebujeme poznať hlavne v prípadoch, kde je textília používaná na vystuženie výrobku alebo naopak, keď má mať textília tuhosť čo najmenšiu a má byť splývavá (napr. tkanina na dámsku sukňu).

Ohybová tuhosť je definovaná ako silový odpor, ktorý vzniká v plošnej textílii pri jej ohýbaní vonkajšou silou alebo vlastnou váhou. Tento odpor je súčtom všetkých trecích a súdržných síl, ktoré pri tomto odpore vznikajú medzi vláknami a medzi niťami vo väzných bodoch.

V dnešnej dobe existuje mnoho metód merania ohybovej tuhosti plošnej textílie. Jednou z možností ako zistiť hodnotu ohybovej tuhosti je pomocou obrazovej analýzy. Ide o určenie súradnice ťažiska ohybovej krivky, ktorá je potrebná na určenie ohybovej tuhosti.

Cieľom tejto diplomovej práce je vyjadriť vplyv väzby na ohybovú tuhosť tkanín, overenie predpokladu o zhodnosti ohybovej tuhosti na rôznych upínacích dĺžkach a porovnanie hodnôt získaných pomocou obrazovej analýzy s hodnotami zo systému KES.

2. TEORETICKÁ ČASŤ

2.1 Charakteristika ohybovej tuhosti

Ohybová tuhosť je fyzikálna veličina popisujúca odpor textílií voči deformácii (ohýbaniu) vonkajšou silou alebo vlastnou tiažou. Tento odpor textílie je súčtom všetkých trecích a súdržných síl, ktoré vznikajú pri ohýbe medzi vláknami a medzi priadzami vo väzných bodoch.

Ohybová tuhosť je veľmi sledovanou veličinou a ovplyvňuje mnoho ďalších vlastností ako napr. splývavosť alebo omak, ktoré určujú estetické vlastnosti textílií [1].

2.2 Metódy zisťovania ohybovej tuhosti

Existuje mnoho štúdií a experimentálnych metód zisťovania ohybovej tuhosti textílie. Metódy zisťovania tejto tuhosti je možné rozdeliť do dvoch skupín [1]:

- statické metódy – na poznanie okamžitej hodnoty tuhosti plošnej textílie,
- dynamické metódy – na posúdenie únavových javov pri opakovanom namáhaní plošnej textílie na ohyb.

Statické metódy:

1. z ťahového diagramu,
2. metóda podľa SOMMERA,
3. metóda podľa ASTM,
4. modifikovaná metóda podľa SOMMERA,
5. metóda podľa PIERCE,
6. metóda podľa ČSN,
7. metóda podľa STRÍŽE.

Dynamické metódy:

1. metóda podľa SCHIEFFERA,
2. metóda podľa BEKKA,
3. metóda podľa Prof. Kawabaty.

2.2.1 Z ťahového diagramu

– vychádza z predpokladu, že plošná textília je homogénny útvar a tuhosť v ohybe je daná vzťahom $E.I$, kde:

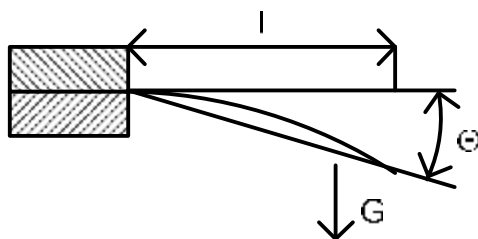
E – Youngov modul pružnosti [N.m^{-2}]

I – plošný moment zotrvačnosti [m^4].

Nevýhodou tejto metódy je, že uvažuje textíliu ako homogénny útvar. Textília ním však nie je, pretože obsahuje značné množstvo vzduchu.

2.2.2 Metóda podľa SOMMERA a jej modifikácia

– vychádza z votknutého prúžku textílie, ktorý je zaťažený vlastnou hmotnosťou a odčítaním uhlu medzi koncom prehnutého vzorku a horizontálou.



l – dĺžka prúžku textílie [m]

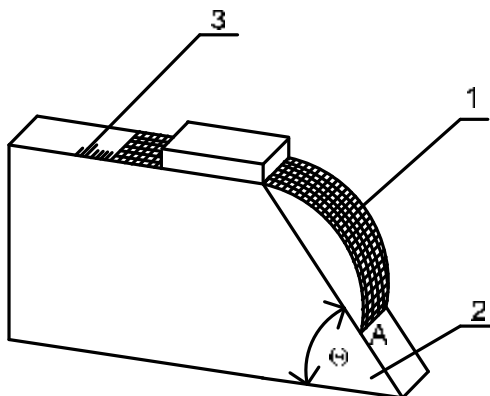
G – vlastná tiaž prúžku [N]

Q – uhol medzi koncom prúžku
a horizontálnou rovinou [$^\circ$]

Obr. 1 Votknutý prúžok textílie podľa SOMMERA

2.2.3 Metóda podľa ASTM

– vychádza zo Sommerovej metódy. Nazýva sa **Cantilever Test**. Prúžok textílie určitej šírky sa zaťažujúcim závažím vysúva nad šikmú časť. Keď sa koncom dotkne bodu A, na hornej stupnici sa odčíta vysunutá dĺžka prúžku.



1 – prúžok textílie definovanej šírky
so zaťažujúcim závažím

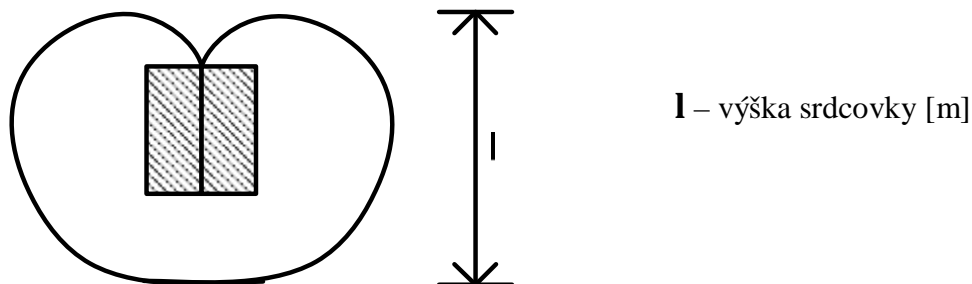
2 – šikmá časť

3 – horná stupnica

Obr. 2 Prístroj Cantilever Test

2.3.4 Metóda podľa PIERCE

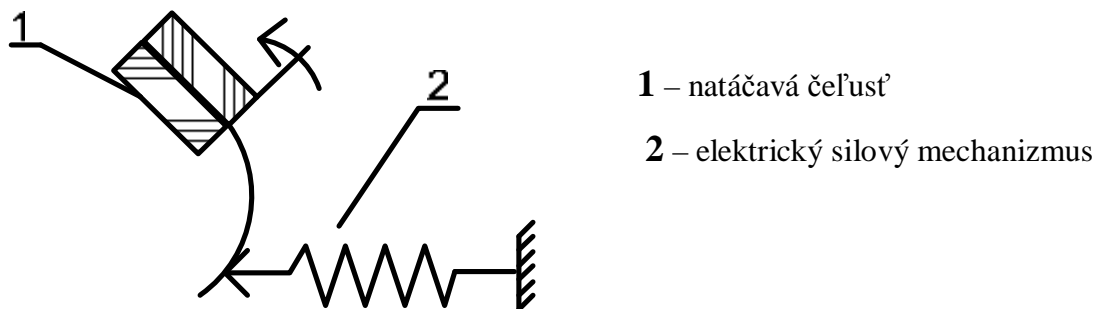
– táto metóda tiež pracuje s prúžkom textílie, ktorý je upnutý do vertikálnej čelusti, takže vytvára srdcovku.



Obr. 3 Srdcovka pre metódu podľa PIERCE

2.3.5 Metóda podľa ČSN 80 0858

– metóda je založená na elektrickom snímaní ohybovej sily. Prúžok textílie určitej šírky a dĺžky sa upne do čeluste, ktorá sa natáča a pritlačuje prúžok textílie k elektrickému silovému mechanizmu, ktorý meria silu (obr.4).

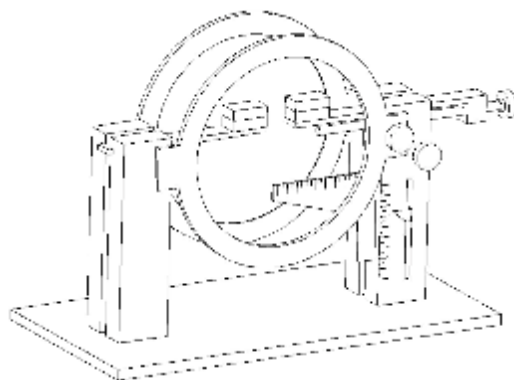


Obr. 4 Merač tuhosti podľa ČSN

2.3.6 Metóda podľa STŘÍŽA

– u jednorozmerných textílií (vlákna, nite, priadze, úzke pásy) určuje Hookeov len dva druhy modulov pružnosti: modul pružnosti v ťahu a modul pružnosti v šmyku. Neexistuje modul pružnosti v ohybe, a preto sa ohybové vlastnosti textílií vyjadrujú prostredníctvom ohybovej tuhosti EI , kde E je Youngov modul pružnosti v ťahu alebo tlaku a I je moment zotrvačnosti (presnejšie kvadratický moment) prierezu skúmanej

vzorky textílie. Tým môže byť niť, priadza, vlákno, ale tiež plošná textília, ktorá sa upravuje do tvaru úzkeho pásika konštantnej šírky alebo trojuholníka, polkruhu a pod. Posledné dva tvary sa používajú u textílií s malou ohybovou tuhosťou, aby výslednica pôsobiacej sily tiaže mala menšiu hodnotu. Na obr. 5 je znázornený špeciálny prípravok na meranie ohybovej tuhosti, kde je textília na jednom konci upnutá a na druhom voľná. Ohýba sa len vlastnou hmotnosťou.



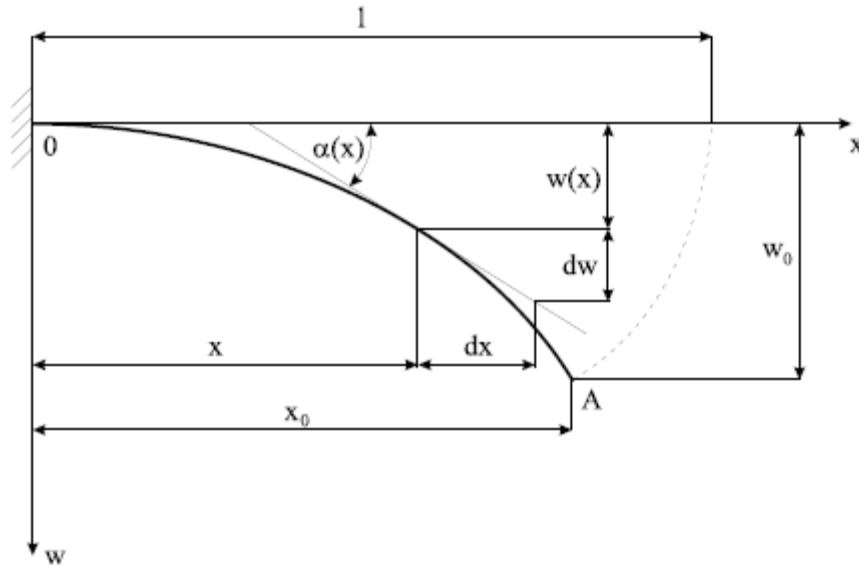
Obr. 5 Prístroj na meranie ohybovej tuhosti

Experimentálne metódy určovania ohybovej tuhosti môžu byť rôzne. Vždy je však treba pre určenie ohybovej tuhosti ***EI*** aplikovať diferenciálnu rovnicu ohybovej čiary alebo iné závislosti, ktoré túto tuhosť obsahujú. V praxi sa prevažne používa približná diferenciálna rovnica

$$\frac{d^2 w}{d x^2} = -\frac{M(x)}{EI},$$

kde ***w*** charakterizuje posuv textílie kolmo na jej počiatočnú polohu určenú osou ***x***. Veličina ***M(x)*** je ohybový moment v obecnom bode textílie v pôvodnej polohe. Už z toho je zrejماً nepresnosť rovnice pre materiály typu textílie.

Budeme sa ďalej zaoberať určovaním ohybovej tuhosti ***EI*** textílie pomocou prípravku, v ktorom je textília (lineárna alebo plošná) na jednom konci votknutá a na druhom voľná. Pôsobí na ňu len jej vlastná hmotnosť (obr. 6). Označme mernú tiaž textílie ***q*** [**Nm⁻¹**], jej dĺžku ***l*** [**m**], tuhosť v ohybe ***EI*** [**Nm²**]. Budeme uvažovať u plošnej textílie konštantnú šírku, teda ***I*** = konšt.



Obr. 6

Pre určenie ohybovej tuhosti ***EI*** textílie použijeme diferenciálnu rovnicu ohybovej čiary veľkých priehybov:

$$\frac{\frac{d^2 w(x)}{dx^2}}{\left[1 + \left(\frac{dw(x)}{dx}\right)^2\right]^{3/2}} = -\frac{M(x)}{EI}. \quad (2.1)$$

Je ťažké stanoviť ohybový moment $M(x)$ v obecnom bode ohybovej čiary vyvolaný hmotnosťou textílie.

Problémom tejto rovnice je, že je ťažké ju riešiť analyticky a pri numerickom riešení dostávame chybu, ktorá vedie na nepresné určenie ohybovej tuhosti.

Na určenie ohybovej tuhosti musia byť splnené tieto okrajové podmienky:

$$w(0) = 0, \quad w'(0) = 0, \quad w''(0) = \frac{qlx_c}{EI}, \quad w'''(0) = -\frac{ql}{EI}, \quad (2.2)$$

kde x_c je označenie súradnice ťažiska ohybovej čiary. Výraz pre posúvajúcu silu vyplýva z rovnice:

$$\frac{d}{dx} \left[\frac{w''(x)}{(1 + (w'(x))^2)^{3/2}} \right]_{x=0, w'(0)=0} = w'''(0).$$

Pre analytické alebo numerické riešenie je treba využiť zostávajúce dve podmienky a podmienky na konci A priehybovej čiary o súradniciach x_0 , w_0 a sklonu w_1 dotýčnice (obr. 6):

$$w(x_0) = w_0, \quad w'(x_0) = w_1, \quad w''(x_0) = 0, \quad \frac{d}{dx} \left[\frac{w''(x)}{(1 + (w'(x))^2)^{3/2}} \right]_{x=x_0} = 0. \quad (2.3)$$

Navrhnuté riešenie je približné, ale dostatočne presné. Pre toto riešenie je treba stanoviť len polohu konca A ohybovej krivky (súradnice x_0, w_0), prípadne ešte sklon dotyčnice w_1 v bode A.

Približné riešenie úlohy

Okrajové podmienky (2.2) a (2.3) splňuje funkcia:

$$w(x) = \frac{qlx_c x_0^2}{n(n-1)EI} \left[\left(1 - \frac{x}{x_0}\right)^n + n \frac{x}{x_0} - 1 \right], \quad (2.4)$$

kde je označené:

$$n = \frac{w_1 x_0}{w_1 x_0 - w_0}. \quad (2.5)$$

Súčasne tiež platí:

$$n = 2 + \frac{x_0}{x_c}. \quad (2.6)$$

Ak využijeme prvú okrajovú podmienku (2.3) a závislosť (2.6), môžeme vztáhom:

$$w_0 = \frac{qlx_c x_0^2}{(2 + \frac{x_0}{x_c})EI} \quad (2.7)$$

zjednodušiť rovnicu (2.4) na závislosť:

$$w(x) = \frac{w_0 x_c}{x_c + x_0} \left[\left(1 - \frac{x}{x_0}\right) \frac{2x_c + x_0}{x_c} + \left(2 + \frac{x_0}{x_c}\right) \frac{x}{x_0} - 1 \right]. \quad (2.8)$$

Aby sme sa k tvaru priehybovej čiary čo najviac priblížili, budeme požadovať, aby dĺžka krivky popisovaná vztáhom (2.4) alebo (2.8) sa rovnala dĺžke vzorky l .

Platí:

$$l = \int_0^{x_0} \sqrt{1 + w'(x)^2} dx. \quad (2.9)$$

Ak vyžadujeme v rovnici (2.9) funkciu (2.8), vystupuje v nej jediný neznámy parameter x_c . Ten je možné voliť postupne tak, až je rovnica (2.9) s dostatočnou presnosťou splnená. Pre výpočet súradnice ťažiska x_c je možné tiež využiť známy vzťah:

$$x_c = \frac{1}{l} \int_0^{x_0} x \sqrt{1 + w'(x)^2} dx. \quad (2.10)$$

Z rovnice (3.7) určíme ohybovú tuhosť v tvare:

$$EI = \frac{qlx_0^2 x_c^2}{(2x_c + x_0)w_0}. \quad (2.11)$$

V okrajových podmienkach (2.3) sa vyskytuje sklon $w'(x_0) = w_l$. Túto podmienku sme využili len v definícii tvaru funkcie (2.4), pretože jej experimentálna hodnota býva zaťažená chybou a tá sa prejaví veľmi výrazne na hodnote tuhosti EI . Napriek tomu ju môžeme pre kontrolu určiť výpočtom zo vzťahu (3.5). Vyjde:

$$w_l = \frac{nw_0}{x_0(n-1)} = \frac{(2x_c + x_0)w_0}{(x_c + x_0)x_0}. \quad (2.12)$$

Aby výsledky boli dostatočne objektívne, je vhodné realizovať experimenty so vzorkami rôznej dĺžky l . Z každého experimentu dostaneme hodnotu $(EI)_i$, kde $i = 1, 2, \dots, m$, m je počet vzoriek rôznych dĺžok. Ohybovú tuhosť potom určíme ako aritmetický priemer jednotlivých tuhostí:

$$EI = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m (EI)_i. \quad (2.13)$$

Poznámka:

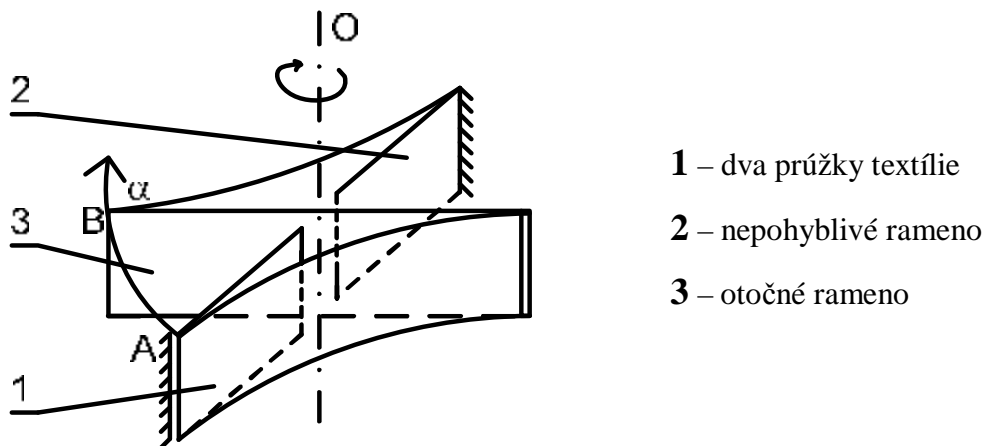
Ťažisko ohybovej krivky sa nachádza medzi spojnicou bodov OA a dotyčnicou v bode A so smernicou w_l . Je možné stanoviť interval, v ktorom sa nachádza hodnota w_l . Je to:

$$\frac{w_0}{x_0} < w_l < \frac{2w_0}{x_0}. \quad (2.14)$$

Tento interval obmedzuje dĺžku l experimentálnej vzorky textílie, pre ktorý je možné aplikovať vzťah (2.8) [3].

2.3.7 Metóda podľa SCHIEFFERA

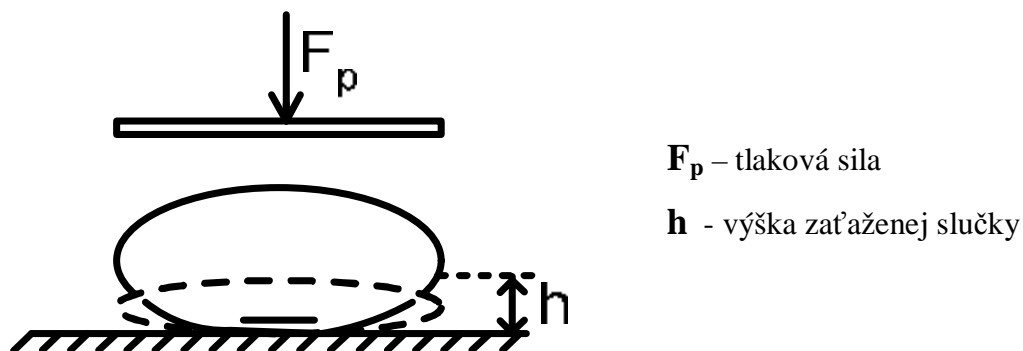
– metóda je založená na stanovení práce, ktorá je potrebná na ohnutie vzorky. Pracuje s dvomi vystrihnutými vzorkami, ktoré sú upnuté v špeciálnej otočnej čeľusti. Dva prúžky textílie sú vertikálne upnuté jedným koncom v nepohyblivom ramene a druhým v otočnom ramene, to sa natáča v uhle α podľa osy O , na ktorej je snímač ohybového momentu [1].



Obr. 7 Flexometer podľa SCHIEFFERA

2.3.8 Metóda podľa BEKKA

– metóda je založená na opakovanom zaťažovaní prúžku textílie, ktorý je upravený do tvaru smyčky. Tá je položená do horizontálnej polohy a opakovane zaťažovaná proti snímacej tlakovej sonde, ktorá registruje hodnoty tlakovej sily. Metóda sa používa najmä pre výstužné odevné textílie a pre podlepované odevné textílie.



Obr. 8 Metóda skúšania odolnosti textílií v ohybe

2.3.9 Metóda podľa Prof. Kawabaty

Systém **KES – FB** (Kawabata's Evaluation System – Fabric) umožňuje merať šesť základných mechanických vlastností plošných textílií. Sú to:

- § ťah,
- § šmyk,
- § ohyb,
- § tlak,
- § povrch (trenie a drsnosť povrchu),
- § konštrukcia textílie (plošná merná hmotnosť a hrúbka).

Systém KES tvorí sada štyroch meracích prístrojov, ktoré sa používajú na skúšanie uvedených vlastností. Aby bolo hodnotenie týchto vlastností čo najkomplexnejšie, každá táto vlastnosť je vyjadrená dvoma alebo troma charakteristickými hodnotami. Získame celkom 16 parametrov, ktoré sa používajú na charakterizovanie mechanických vlastností textílií [4].

Charakteristika základných mechanických vlastností

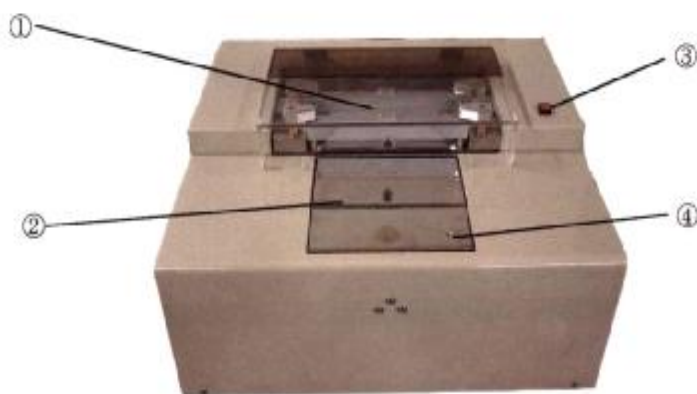
Na meranie sa používajú vzorky o veľkosti 20 x 20 cm, ktoré sú strihané po niti. Ťahové, šmykové, ohybové a povrchové vlastnosti sú vždy merané zvlášť v smere osnovných a zvlášť v smere útkových nití. Tlakové vlastnosti sú merané len v jednom smere [5].

2.3.9.1 Ťah

- je to reakcia plošnej textílie na pôsobenie ťahovej sily. Meranie sa prevádza zvlášť v smere osnovných a zvlášť v smere útkových nití. Vzorka, ktorej rozmer je 20 cm, je upnutá medzi dvoma čeľusťami dlhými 20 cm, ktoré sú od seba vzdialené 5 cm. Predná čeľusť je pevná a zadná pohyblivá. Pohyblivá čeľusť naťahuje vzorku, a tým spôsobuje ťahové deformácie. Prístroj na meranie ťahu (obr. 9).

2.3.9.2 Šmyk

- je to reakcia plošnej textílie na pôsobenie šmykovej sily. Meranie sa robí zvlášť v smere osnovy a v smere útku. Vzorka má rozmer 20 cm a je upnutá medzi dvoma čeľusťami dlhými 20cm. Jedna čeľusť je pevná a druhá pohyblivá. Druhá (zadná) čeľusť sa pohybuje rovnobežne s osou bubna v rozmedzí $\pm 8^\circ$. Prístroj na meranie šmyku (obr. 9).

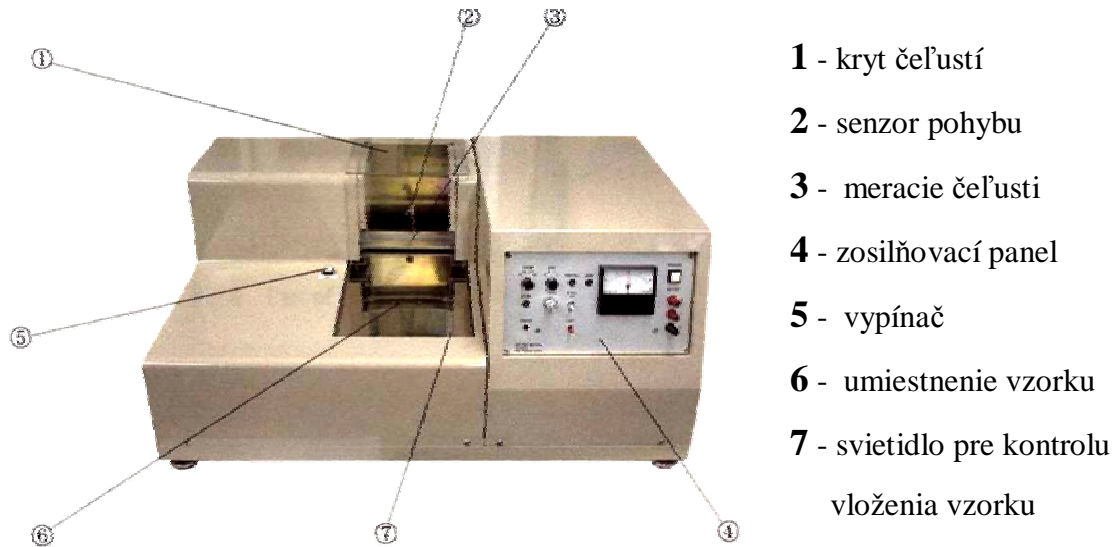


- 1 – meracia čeľusť
- 2 – umiestnenie vzorku
- 3 – svetidlo pre kontrolu umiestnenia vzorku
- 4 – svetidlo na zistenie správnej polohy vzorku

Obr. 9 KES FB 1

2.3.9.3 Ohyb

- je to reakcia plošnej textílie na pôsobenie vonkajšej ohybovej sily. Meranie sa prevádza zvlášť v smere osnovy a v smere útku. Vzorka textílie je upnutá medzi dve čeľusti, ktoré sú dlhé 20 cm a vzdialené od seba 1 cm. Predná čeľusť je pevná a zadná sa pohybuje a namáha vzorku textílie na ohyb do medze krivosti $K_m = \pm 2,5 \text{ cm}^{-1}$. Efektívna veľkosť vzorky: dĺžka 2,5 cm a šírka 1cm. Dĺžka vzorky sa môže tiež pohybovať v rozmedzí 2 – 20 cm [6].



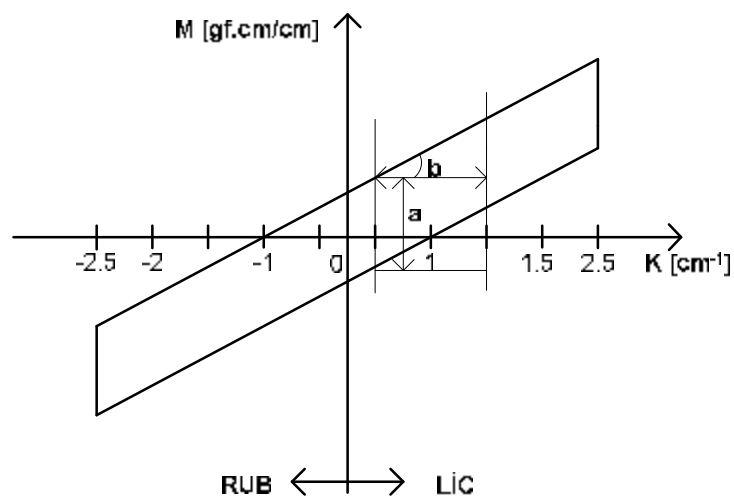
Obr. 10 KES FB 2

$a = 2HB$ – moment hysterézy na jednotku dĺžky [gf .cm /cm],

$b = B$ - ohybová tuhosť na jednotku dĺžky [gf . cm²/cm],

K - zakrivenie ($K_m = \pm 2,5 \text{ cm}^{-1}$),

M - moment ohybu [gf.cm/cm].



Obr. 11 Krivka namáhania v ohybe

2.3.9.4 Tlak (hrúbka a stlačiteľnosť)

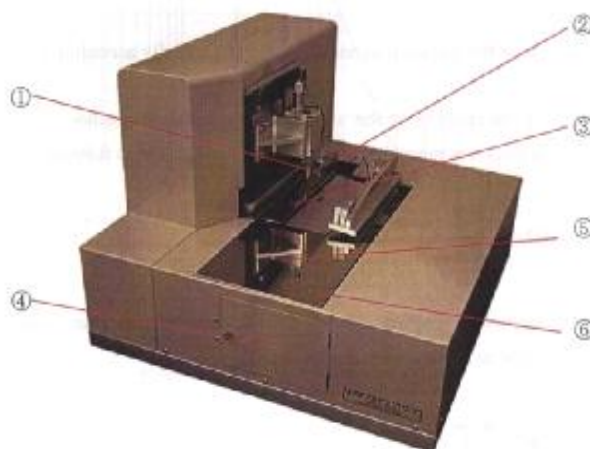
- je to reakcia plošnej textílie na pôsobenie tlakovej sily. Meranie sa robí v smere kolmom na plochu textílie na troch automaticky nastavených miestach testovanej textílie. Vzorka textílie je stlačovaná prítlačnou čeľusťou do medze pôsobiaceho tlaku.



Obr. 12 KES FB 3

2.3.9.5 Povrch

- meria sa povrchové trenia a geometrická drsnosť plošnej textílie. Meranie sa robí v smere osnovy a v smere útku. Vzorka je upnutá medzi dve čeľuste, ktoré sú dlhé 20 cm a vzdialené od seba 15 cm. Pri meraní sa vzorka pohybuje sprava doľava a späť. Prístroj je vybavený dvoma snímačmi. Je tu snímač pre snímanie koeficienta trenia a snímač pre snímanie geometrických nerovností. Tieto snímače sa pohybujú po dráhe 30 mm tam a späť na troch automaticky nastavených miestach plošnej textílie.



1 – senzor geometrickej drsnosti

2 – senzor trenia

3 – miesto trenia

4 – panel pre manuálne
zriadenie

5 – miesto pre vzorku

6 – snímač pre správne umiestnenie
vzorku

Obr. 13 KES FB 4

2.4 Stanovenie ohybovej tuhosti podľa Mevalda **a Fridrichovej**

Určenie ohybovej tuhosti plošných textílií z merania uhlu previsu

Táto metóda vychádza z merania uhlu previsu jednostranne votknutej vzorky plošnej textílie, ktorá má konštantnú šírku. Uhol previsu je uhol medzi vodorovnou rovinou a spojnicou miesta votknutia s voľným koncom. Pri meraní sa dĺžka ovisnutého konca vo vhodnom rozsahu postupne zväčšuje. Z danej plošnej hmotnosti a nameraných uhlov previsu pre jednotlivé dĺžky sa určí ohybová tuhosť ako aritmetický priemer hodnôt odpovedajúci jednotlivým dĺžkam previsnutého konca.

Výsledkom tejto metódy je výpočtový model pre numerické výpočty veľkých ohybových deformácií plošných textílií, ktorý má vhodne odstupňované dĺžky úsekov a tým lepšie vystihuje skutočný tvar priehybovej čiary v celom rozsahu uhlov previsu v porovnaní s modelmi s konštantnými dĺžkami úsekov a vo väčšine prípadov urýchľuje iteračné výpočty sústavy nelineárnych rovníc.

Tento navrhnutý model je možné využiť pri jednoduchom a presnejšom vyhodnocovaní ohybovej tuhosti plošných textílií, ktoré vychádzajú z merania uhlu previsu jednostranne votknutej vzorky [7].

2.5 Stanovenie ohybovej tuhosti podľa Mevalda **a Fridrichovej**

Ohybová tuhosť skúšaných vzoriek plošných textílií s premennou šírkou

Táto práca prešetruje vplyv premennej šírky vzorku na výpočet ohybovej tuhosti pri zaťažovaní vzorky na voľnom konci silovými účinkami od predpísaných deformácií na okrajoch. Cieľom je dosiahnuť rovnomernejšieho rozloženia namáhania po dĺžke vzorky.

Ohybová tuhosť plošných textílií sa vyšetruje podľa normy ČSN 80 0858 na prístroji TH 7 (obr.14). Vychádza z merania sily v mieste opretia na dolnej strane zvisle

zavesenej vzorky.

Na vyhodnotenie tejto práce bol použitý program Mathcad 2000. Prezентujú sa tu výsledky výpočtu na lichobežníkovom, trojuholníkovom a obdĺžnikovom tvare vzorky. Riešenie tejto geometricky nelineárnej okrajovej úlohy vyžaduje najprv stanovenie aktívnej dĺžky priehybovej čiary [2].

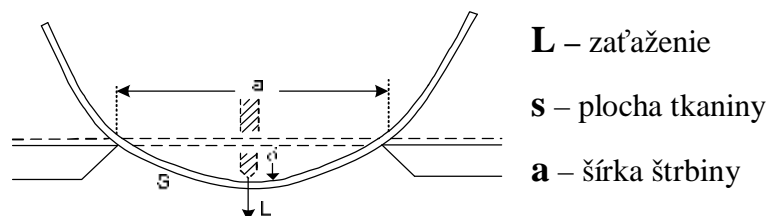


Obr. 14 Prístroj TH7

2.6 Slot test

Tento test patrí do skupiny Hand testov (testy na určovanie omaku), ktorý je vhodnou alternatívou jednoduchého, lacného a ľahkého testu, z ktorého dostaneme niekoľko hodnôt. Je ich omnoho menej ako pri Kawabatovej metóde a sú presnejšie. Tento test chce nahradiť 16 KES hodnôt len dvoma alebo troma hlavnými činiteľmi. Testované vlastnosti v tomto teste sú kombináciou tuhosti alebo ohybu tkaniny.

Slot test sa používa na stanovenie ohybovej tuhosti. Tkanina je ťahaná cez štrbinu konštantnou rýchlosťou (obr. 15). Hrúbka a jemnosť tkaniny sú vo východnom stave zanedbateľné. Z analýzy mechanizmu tohto testu vyplýva, že počiatočný sklon tkaniny udáva mieru ohybovej tuhosti tkaniny a koeficient maximálneho zaťaženia počiatočného sklonu udáva mieru trenia tkaniny. Na obr. 15 je znázornené ohývanie tkaniny pomocou tohto testu. [8].



Obr. 15 Testovacie zariadenie

2.7 Tkanina

- je plošná textília z jednej alebo viac sústav pozdĺžnych (osnovných) nití a z jednej alebo viac sústav priečných (útkových) nití, previazaných vzájomne v kolmom smere.

2.7.1 Základné pojmy

Osnova

- sústava nití ležiacich v smere dĺžky tkaniny. Skladá sa z väčšieho počtu nití (stovky až tisíce) rovnobežných s okrajmi tkaniny.

Útok

- niť kolmá na osnovu, ukladá sa rovnobežne s predchádzajúcim útkom.

Väzba tkaniny

- spôsob vzájomného previazania (prekríženia) osnovných a útkových nití. Znázorňuje sa do štvorčekovaného vzornicového papiera (tzv. rastru).

Dostava tkaniny

- parameter, ktorý udáva hustotu (počet) danej sústavy nití na 10 cm. Obecne platí, že čím je dostava vyššia (rovnaké materiálové zloženie a jemnosť priadze), tým sa zvyšuje ohybová tuhosť.

Väzný bod

- je miesto, kde sa osnovná niť križuje s útkom.

Osnovný väzný bod

- osnovná niť je pri prekrížení položená nad útkom.

Útkový väzný bod

- útok je nad osnovnou niťou v mieste kríženia.

Strieda väzby

- je previazanie určitého počtu osnovných a útkových nití, ktoré sa v tkanine, s výnimkou krajov tkaniny, pravidelne opakuje [9].

Koeficient previazania

- je možné ho vyjadriť pomerom počtu preväzujúcich úsekov nite v striede k celkovému počtu úsekov nite.

Ak porovnáme medzi sebou dve tkaniny s rozdielnou väzbou (plátno a atlas),

s rovnakou dostavou a z rovnakej priadze (rovnaké materiálové zloženie a jemnosť) zistíme, že v plátnovej väzbe dochádza k pravidelnému striedaniu osnovných a útkových nití t. j., že výskyt flotujúcich nití je nulový na rozdiel od atlasovej väzby, kde je výskyt týchto nití vyšší. Obecne teda predpokladáme, že tkaniny v plátnovej väzbe majú vyššiu ohybovú tuhosť [10].

Koeficient previazania pre osnovu:

$$f_o = \frac{pú_o}{n_o \cdot n_u}, \quad (2.15)$$

kde $pú_o$ je preväzujúci úsek osnovných nití a n_o , n_u je počet osnovných a útkových nití.

Koeficient previazania pre útok:

$$f_u = \frac{pú_u}{n_o \cdot n_u}, \quad (2.16)$$

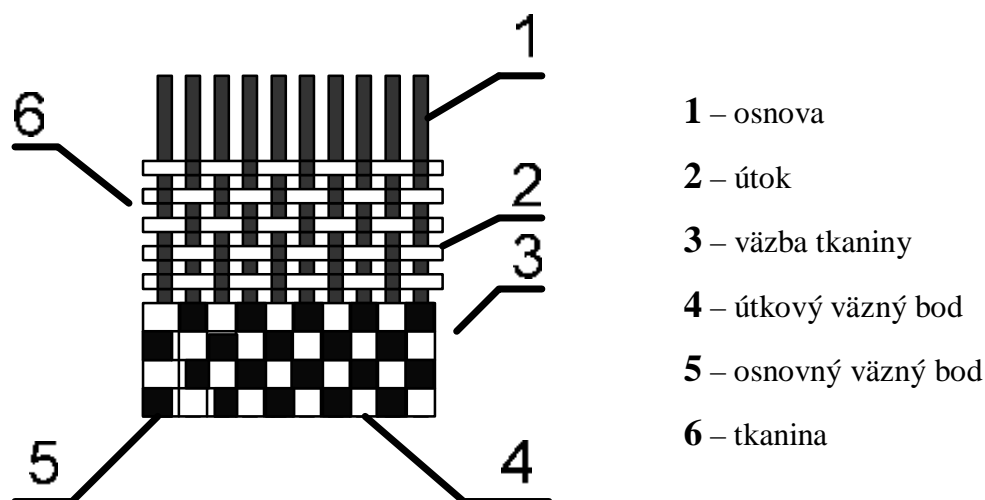
kde $pú_u$ je preväzujúci úsek útkovej nite.

Celkový koeficient previazania:

$$f = \frac{f_o + f_u}{2}. \quad (2.17)$$

Plošná merná hmotnosť

- je hmotnosť 1 m² textilného materiálu. Obecne platí, že textilný materiál s väčšou plošnou mernou hmotnosťou je ťažší, než materiál s menšou plošnou mernou hmotnosťou, ktorý sa ľahšie deformuje.



Obr. 15 Základné pojmy tkaniny [9]

2.7.2 Základné väzby tkanín

Základné väzby sú najjednoduchšie väzby, ktoré sa uplatňujú samostatne alebo tvoria základ pre odvodené väzby alebo pre iné zložitejšie väzby. Rozlišujú sa tri základné druhy:

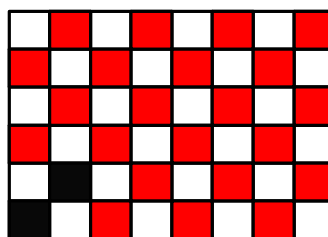
- plátno,
- keper,
- atlas.

2.7.2.1 Plátno

Plátňová väzba je najjednoduchšia a najhustejšie preväzujúca väzba. Je to najpevnejšia a najtrvanlivejšia väzba. Striedu väzby tvoria dve osnovné a dve útkové nite. Väzba je obojstranná. Na každej niti sa strieda pravidelne osnovný a útkový väzný bod.

Husté previazanie plátna zaisťuje dobré zaplnenie tkaniny v oboch smeroch.

Plátňová väzba sa veľmi často používa na košeľoviny, letné dámske šatovky, kapesníky, posteľné a stolné prádlo, dekoračné tkaniny, technické tkaniny, mušelín, taft [11].



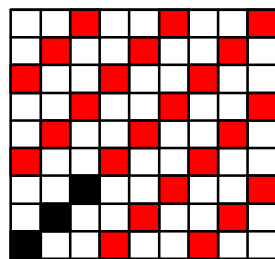
Obr. 16 Plátňová väzba

2.7.2.2 Keper

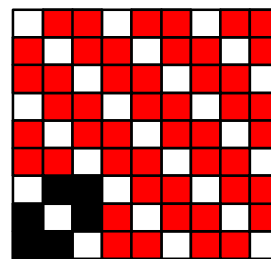
Keprová väzba tvorí na tkanine šikmé riadky smerom zľava doprava alebo sprava doľava. Pravý smer riadkov sa označuje písmenom „Z“ a ľavý smer „S“. Smer riadkov je možné označiť tiež šípkou (/, \). Pri rovnakej hustote osnovy aj útku je sklon riadkov 45° . Ak je dostava osnovy hustejšia sú riadky strmšie, pri hustejšej dostave útku je sklon riadkov miernejší.

Rozlišujú sa kepri osnovné alebo útkové. Osnovný keper je keper, v ktorom prevládajú osnovné väzné body a útkový keper je keper, v ktorom prevládajú útkové väzné body. Podľa počtu nití v striede väzby sa označuje keper za trojväzný, štvorväzný atď. Najmenší počet osnovných nití a útkov v striede má trojväzný keper.

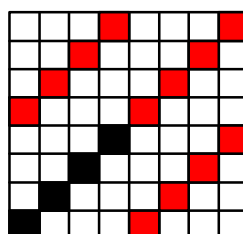
Keprové väzby sa používajú na podšívkoviny, na pracovné odevy, flanel, na zimné plášťoviny [11].



$K \frac{1}{2} Z$



$K \frac{2}{1} S$



$K \frac{1}{3} Z$

Obr. 17 Keprové väzby

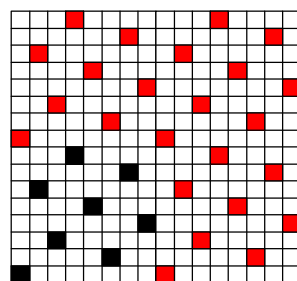
2.7.2.3 Atlas

Atlasová väzba vytvára na tkanine hladký povrch s nevýrazným jemným šikmým riadkovaním rôzneho sklonu. Je to väzba, ktorej väzné body sú v striede pravidelne rozložené a nesmú sa vzájomne dotýkať. T.j. u osnovného atlasu sa nedotýkajú útkové väzné body a naopak.

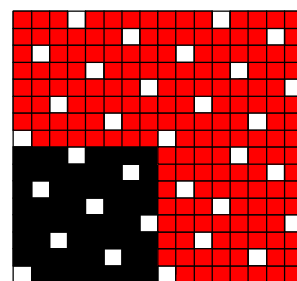
Atlas, v ktorom prevládajú osnovné väzné body je osnovný atlas a atlas, v ktorom prevládajú útkové väzné body je útkový. Najmenší počet osnovných nití a útkov v striede väzby má päťväzný atlas.

Vzdialenosť väzných bodov sa určuje buď postupným číslom (Pč) u útkových atlasov alebo vzostupným číslom (Vč) u osnovných atlasov. Postupné číslo vyjadruje, na ktorej ďalšej niti je na nasledujúcom útku ďalší väzbový bod (nemožno to uplatniť pri šesťväzbovom atlase).

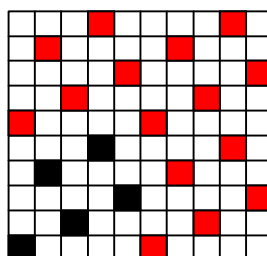
Atlasové väzby sa využívajú často pre výrazné vzorované – lesklé efekty. Používajú sa v oblasti dámskych spoločenských tkanín – satény, brokáty, vyrábajú sa stuhy atlasky, podšívkoviny [11].



$A_{\overline{7}}^1(5)$



$A_{\overline{1}}^{\overline{7}}(5)$



$A_{\overline{4}}^1(2)$

Obr. 18 Atlasové väzby

2.7.3 Odvođené väzby

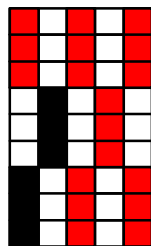
Odvođené väzby vznikajú zo základných väzieb a tkanine dodávajú odlišný vzhľad a štruktúru [11].

2.7.3.1 Odvođeniny plátnovej väzby

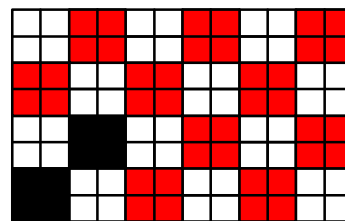
Odvođeniny plátna vznikajú pridaním väzných bodov na viac osnovných alebo útkových nití. Tieto väzby sú obojstranné.

Medzi odvođeniny plátna patrí:

- **rips** – priečny,
 - pozdĺžny,
 - šikmý,
 - vzorový,
- **panama** – tzv. zosilené plátno - nepravidelná,
 - vzorovaná,
- **kanava**.



$R \frac{3}{3} (-)$



$PA \frac{2}{2} (2+2)$

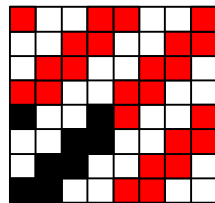
Obr. 19 Pravidelný rips a pravidelná panama

2.7.3.2 Odvođeniny keprovej väzby

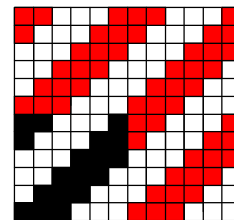
Odvođené keprové väzby vznikajú zo základných keprov pridaním, ďalších väzných bodov, riadkov, zmenou smeru riadkovania, zmenou uhlu riadkovania. Sú to väzby útkové, osnovné a obojstranné [11].

Medzi odvodené keprové väzby patria kepri:

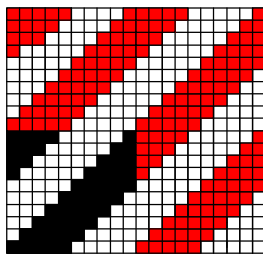
- zosilené,
- hrotové,
- krížové,
- lomené.



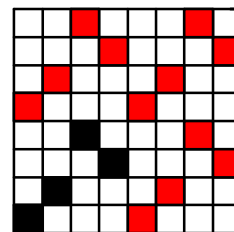
$K \frac{2}{2} Z$



$K \frac{3}{3} Z$



$K \frac{5}{5} Z$



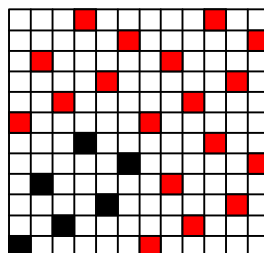
Obr. 20 Zosilené kepri a keper lomený v striede väzby

2.7.3.3 Odvodeniny atlasovej väzby

Odvodené atlasové väzby vznikajú zo základných atlasov pridaním ďalších väzných bodov alebo zostavením odlišnej väzby podľa zásad atlasovej väzby.

Medzi odvodeniny atlasovej väzby patria atlasy:

- nepravidelné,
- zmiešané,
- zosilené,
- prisadzované.



Obr. 21 Nepravidelný šesťväzný atlas

3. EXPERIMENTÁLNA ČASŤ

Experimentálna časť tejto diplomovej práce sa zaoberá dvoma spôsobmi merania ohybovej tuhosti – *obrazovou analýzou a systémom KES*.

Princípom merania ohybovej tuhosti pomocou obrazovej analýzy je preložiť priehybovú krivku a z nej stanoviť polohu konca ohybovej krivky a súradnicu ťažiska, ktorá je potrebná na výpočet ohybovej tuhosti.

Použité zariadenie:

- systém obrazovej analýzy LUCIA G,
- prípravok, v ktorom je textília na jednom konci upnutá a na druhom voľná,
- počítač so softwarom prevádzajúcim výpočet ohybovej tuhosti.

Meranie bolo prevádzané podľa modifikovanej internej normy IN 22-201-01/01 [12].

Postup podľa tejto normy je opakovaný 10-krát pre každú tkaninu v smere osnovy aj v smere útku.

Výsledky uvádzané v tabuľkách boli štatisticky spracované pomocou programu QCexpert.

3.1 Príprava vzoriek

Na 11 tkaninách s rôznou väzbou (plátno, keper, atlas a panama) bola meraná ohybová tuhosť pomocou obrazovej analýzy. Vzorky boli strihané v smere osnovy a tiež v smere útku o rozmere 2 x 5 cm.

U troch vybraných tkanín bol overený predpoklad o zhodnosti ohybovej tuhosti na rôznych upínacích dĺžkach (5, 6, 7 cm).

3.1.1 Použitý materiál

Všetky tkaniny boli vyrobené zo 100% bavlnenej česanej prstencovej priadze s jemnosťou 14,5 tex. Prehľad použitých väzieb je v tab. č.1.

Strojová dostava všetkých tkanín bola rovnaká: $D_o = 388 \text{ nití / 10 cm}$,

$$D_u = 350 \text{ nití / 10 cm.}$$

U všetkých tkanín bola premeraná relaxovaná dostava osnovy D_o , dostava útku D_u a plošná merná hmotnosť (hodnoty sú uvedené v tab. č.1). Strieda všetkých väzieb je naznačená v časti 2.7.2.

Väzba tkaniny	D_o [1/10 cm]	D_u [1/10 cm]	Plošná hmotnosť [g/m ²]
Plátno	375	345	114,79
Pa 2/2	390	345	112,67
K 1/2 Z	365	335	115,87
K 1/3 Z	385	345	116,67
K 1/3 lom. v striede	380	345	115,87
K 2/2 Z	370	335	111,95
K 3/3 Z	390	345	114,49
K 5/5 Z	375	340	114,31
A 1/4 (2)	380	340	114,57
A 1/5 n	365	335	111,09
A 1/7 (5)	375	325	111,62

Tab. 1 Parametre tkanín

3.2 Vyhodnotenie výsledkov

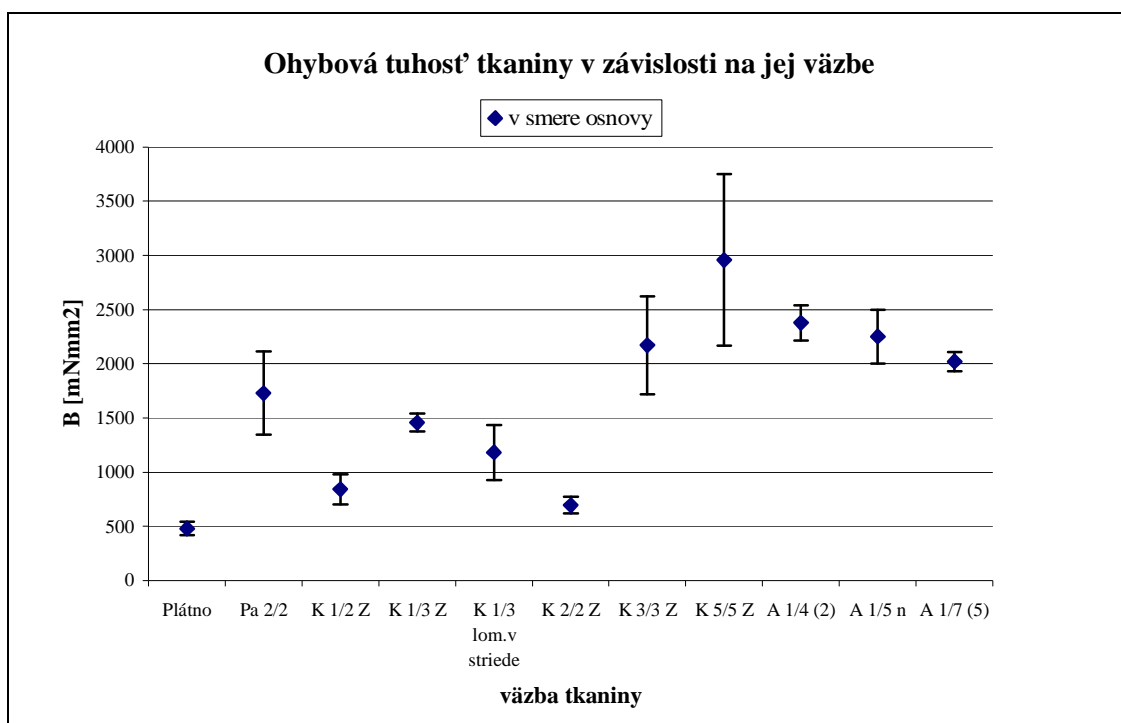
3.2.1 Stanovenie ohybovej tuhosti v závislosti na väzbe tkaniny

Meraním vzoriek tkanín pomocou obrazovej analýzy boli získané hodnoty ohybovej tuhosti B v smere osnovy, ktoré sú uvedené v tab. č.2. Tieto hodnoty boli štatisticky spracované a následne skúmané z hľadiska ich závislosti na použitých väzbách tkanín, ktoré sú znázornené na grafe č.1.

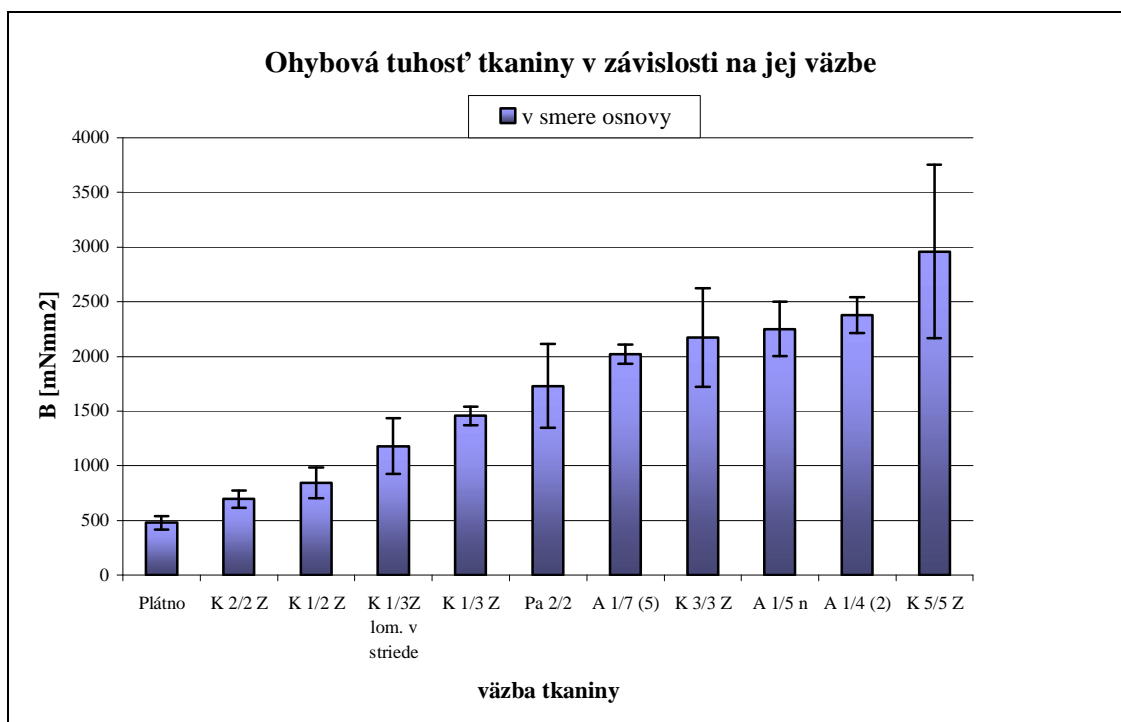
Väzba tkaniny	B [mNmm ²] \bar{x}	s [mNmm ²]	v [%]	95% IS [mNmm ²]
Plátno	478,46	101,19	21,15	<415,41;541,51>
Panama – Pa 2/2	1729,36	494,84	28,61	<1346,74;2111,99>
Keper – K 1/2 Z	842,67	169,89	20,16	<703,29;982,05>
Keper – K 1/3 Z	1457,01	112,64	7,73	<1372,36;1541,67>
Keper -K1/3lom.v striede	1180,28	332,69	28,19	<925,14;1435,42>
Keper – K 2/2 Z	695,66	84,91	12,21	<618,01;773,32>
Keper – K 3/3 Z	2170,86	604,61	27,85	<1719,22;2622,51>
Keper – K 5/5 Z	2957,46	760,58	25,72	<2164,31;3750,61>
Atlas – A 1/4 (2)	2377,03	330,71	13,91	<2214,91;2539,15>
Atlas – A 1/5 n	2251,64	263,87	11,72	<2003,75;2499,52>
Atlas – A 1/7 (5)	2019,92	152,73	7,56	<1930,29;2109,55>

Tab. 2 Hodnoty ohybovej tuhosti v smere osnovy

Graf č. 1



Graf č. 2



Diskusia

Na grafoch č. 1 a 2 je zobrazená závislosť ohybovej tuhosti na väzbe tkaniny v smere osnovy.

Na grafe č. 1 vidieť, že najmenšiu hodnotu ohybovej tuhosti v smere osnovy

vykazovala plátňová väzba aj napriek tomu, že je to väzba s najhustejším previazaním a predpokladalo sa, že bude mať najväčšiu hodnotu ohybovej tuhosti. Môže to byť spôsobené tým, že táto väzba má viac nití na 1 cm v smere osnovy. Z toho vyplýva, že je ťažšia a teda sa aj najviac ohýba. Presný opak bol zaznamenaný u K 5/5, ktorý sa ohýbal najmenej a teda dosiahol najväčšiu hodnotu ohybovej tuhosti.

Ohybová tuhosť štvorväzných keprov by mala byť približne rovnaká, pretože majú rovnako veľkú striedu väzby. Z grafu č.1 vyplýva, že tuhosť K 2/2 je trochu nižšia, čo môže byť spôsobené nerovnomernosťou tkaniny.

Všetky tri tkaniny atlasovej väzby majú približne rovnakú hodnotu ohybovej tuhosti. U atlasovej väzby vidieť, že čím je vo väzbe väčšia dĺžka flotážnych úsekov, tým sa ohybová tuhosť tejto tkaniny znižuje.

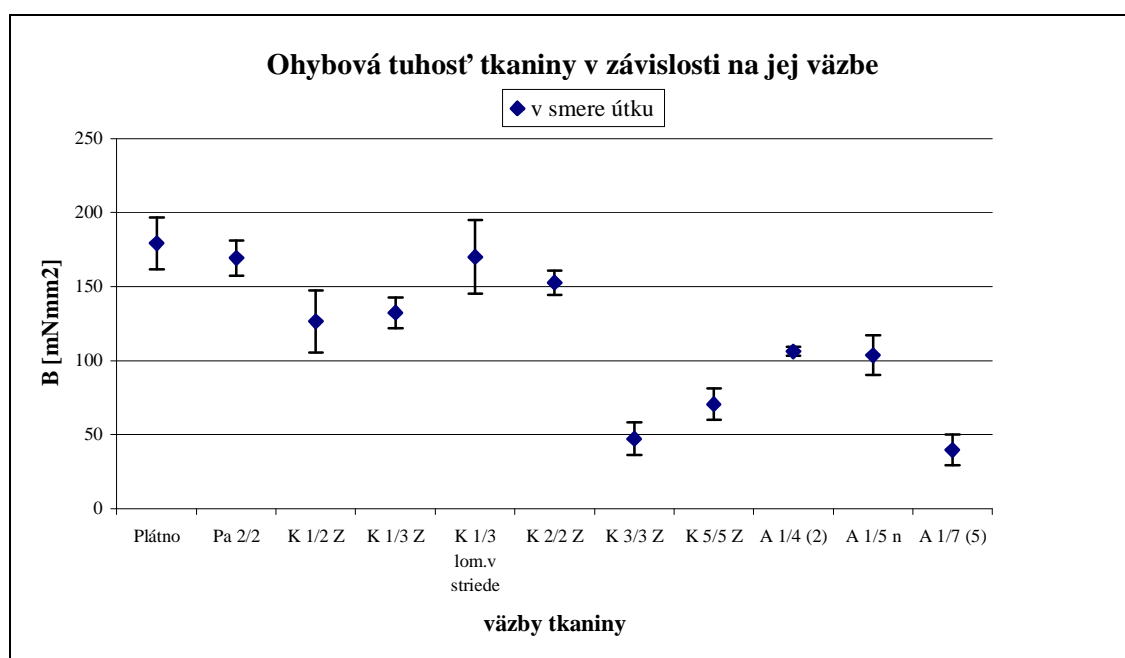
Na stĺpcovom grafe č. 2 je prehľadnejšie vidieť, ktorá väzba dosiahla najmenšiu, a ktorá najväčšiu hodnotu ohybovej tuhosti v smere osnovy.

V tab. č. 3 sú uvedené hodnoty ohybovej tuhosti spolu s jej štatistickým spracovaním, ktoré boli merané v smere útku. Na grafe č.3 je znázornená závislosť ohybovej tuhosti na väzbe tkaniny v smere útku.

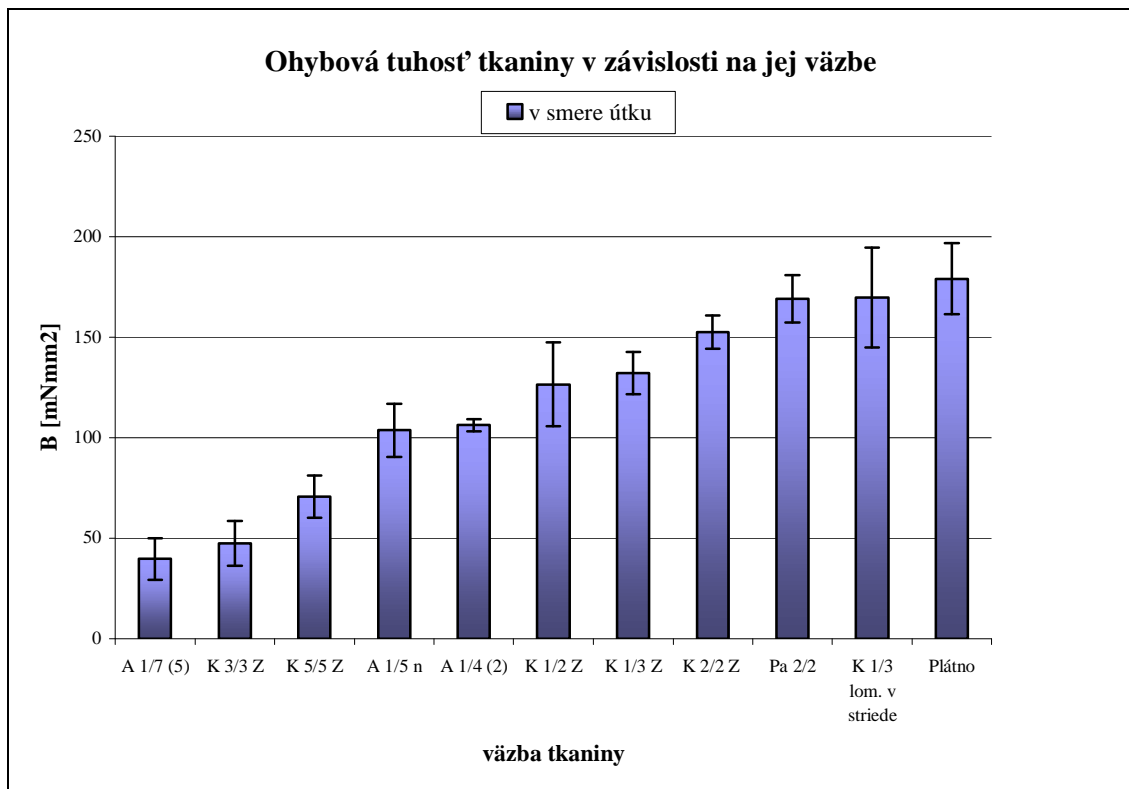
Väzba tkaniny	\bar{B} [mNmm ²]	s[mNmm ²]	v [%]	95% IS [mNmm ²]
Plátno	179,19	18,28	10,20	<161,59;196,79>
Panama – Pa 2/2	169,31	15,49	9,15	<157,54;181,08>
Keper – K 1/2 Z	126,45	15,23	12,04	<88,59;119,07>
Keper – K 1/3 Z	132,28	17,10	25,08	<121,81;142,75>
Keper -K1/3lom.v striede	169,88	25,56	15,04	<145,02;194,75>
Keper – K 2/2 Z	152,68	12,66	8,29	<144,41;160,96>
Keper – K 3/3 Z	47,24	12,24	9,25	<36,08;58,41>
Keper – K 5/5 Z	70,61	10,48	14,84	<60,11;81,09>
Atlas – A 1/4 (2)	106,17	2,38	2,24	<103,14;109,21>
Atlas – A 1/5 n	103,62	13,10	12,64	<90,24;117,01>
Atlas – A 1/7 (5)	39,66	16,75	42,23	<29,56;50,06>

Tab. 3 Hodnoty ohybovej tuhosti v smere útku

Graf č. 3



Graf č. 4



Diskusia

Na grafoch 3 a 4 je zobrazená závislosť ohybovej tuhosti na väzbe tkaniny v smere útku.

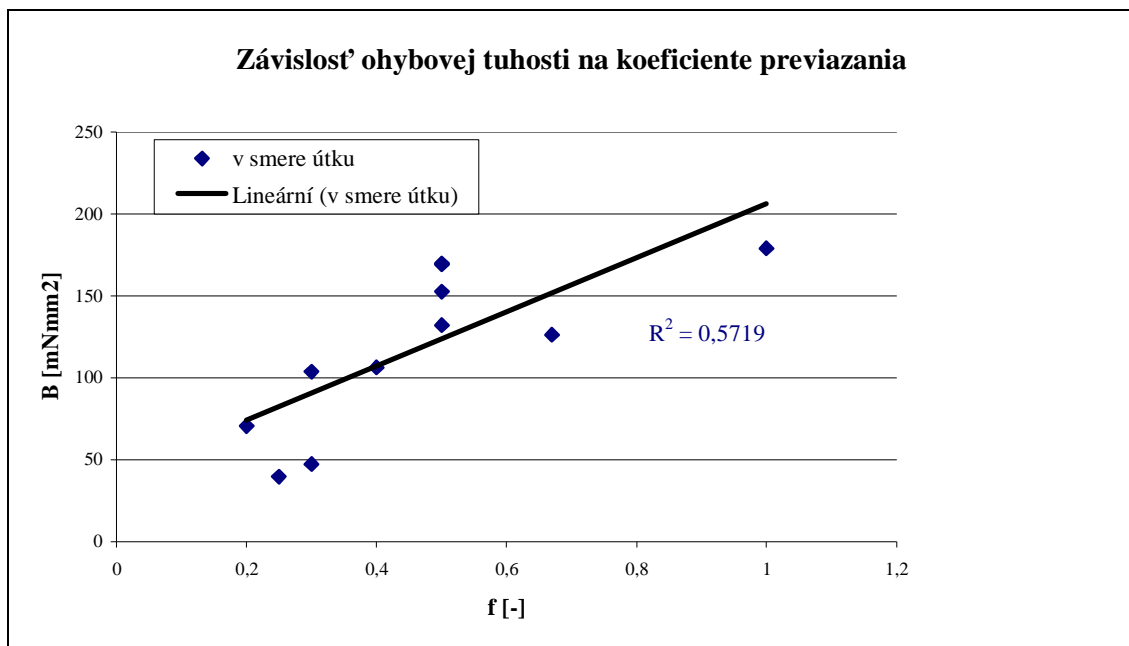
Z grafu č. 3 vyplýva, že najväčšiu ohybovú tuhosť vykazovala v smere útku plátňová väzba. Môže to byť spôsobené tým, že táto väzba nemá žiadne flotujúce úseky nití a to zamedzuje tkanine, aby sa veľmi ohla. Presný opak sa preukázal u A 1/7 (5), kde je najväčší počet flotujúcich miest.

U štvorvážných keproch je hodnota ohybovej tuhosti približne rovnaká.

U atlasových väzieb klesá tuhosť s rastúcou dĺžkou flotážnych miest.

Stĺpcový graf znázorňuje prehľadne, ktorá väzba vykazuje najmenšiu, a ktorá najväčšiu hodnotu ohybovej tuhosti v smere útku.

Graf č. 6



Diskusia

Na grafoch č. 5 a 6 je znázornená lineárna závislosť ohybovej tuhosti na koeficiente previazania.

Z grafu č. 5 vyplýva, že ohybová tuhosť v smere osnovy so zmenšujúcim sa koeficientom previazania rastie. U panamy a štvorväzných keprov, kde je koeficient previazania rovnaký, bola zistená približne rovnaká hodnota ohybovej tuhosti.

Koeficient previazania je vyjadrený ako podiel počtu preväzujúcich úsekov nití v striede k celkovému počtu úsekov nití, ale nie je v ňom zohľadnené usporiadanie väzných bodov po striede väzby. To môže mať vplyv na ohybovú tuhosť tkanín.

Na grafe č. 6 vidieť, že ohybová tuhosť v smere útku so vzrastajúcim koeficientom previazania rastie.

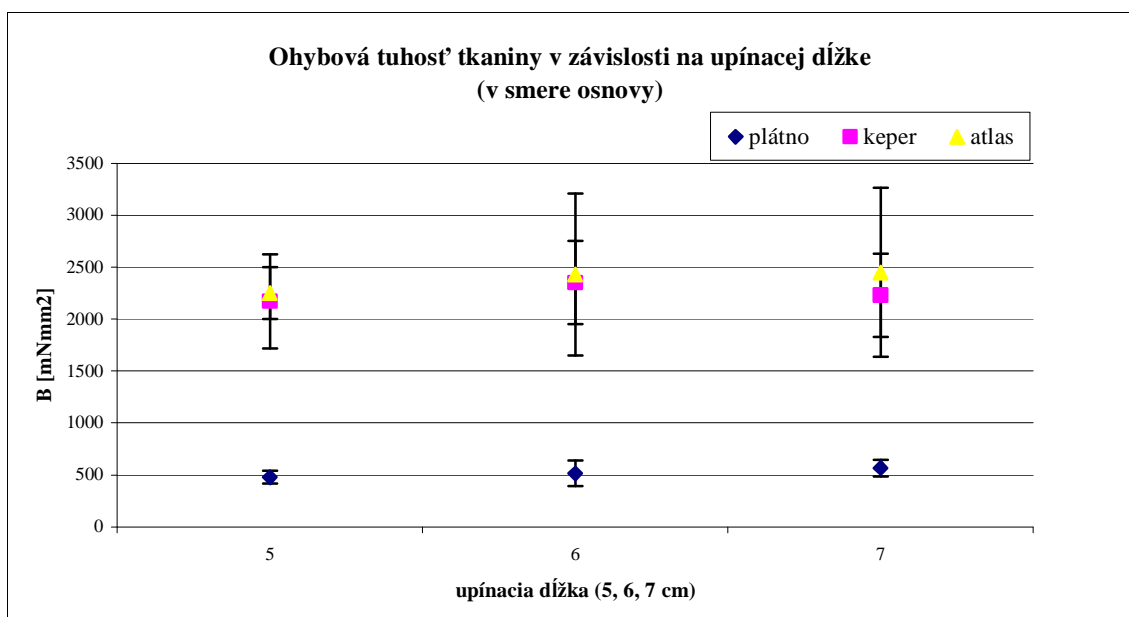
3.2.2 Stanovenie ohybovej tuhosti v závislosti na upínacej dĺžke

V tab. č. 5 sa nachádzajú hodnoty ohybovej tuhosti pre tri rôzne tkaniny, ktoré boli merané na troch rôznych upínacích dĺžkach v smere osnovy.

Upínacia dĺžka [cm]		Väzba tkaniny		
		Plátno	K 3/3 Z	A 1/5 n
5	\bar{x} [mNmm ²]	478,46	2170,86	2251,64
	s [mNmm ²]	101,19	604,61	263,87
	v [%]	21,15	27,85	11,72
	95% IS	<415,41;541,51>	<1719,22;2622,51>	<2003,75;2499,52>
6	\bar{x} [mNmm ²]	515,61	2351,88	2429,38
	s [mNmm ²]	146,85	449,39	829,36
	v [%]	26,91	19,11	34,14
	95% IS	<393,69;637,51>	<1950,39;2753,37>	<1649,61;3209,16>
7	\bar{x} [mNmm ²]	566,17	2231,19	2449,81
	s [mNmm ²]	113,71	377,38	989,54
	v [%]	20,08	16,91	40,39
	95% IS	<485,55;646,79>	<1831,52;2630,87>	<1634,84;3264,78>

Tab. 5 Ohybová tuhosť troch vybraných väzieb na troch rôznych upínacích dĺžkach v smere osnovy

Graf. č. 7

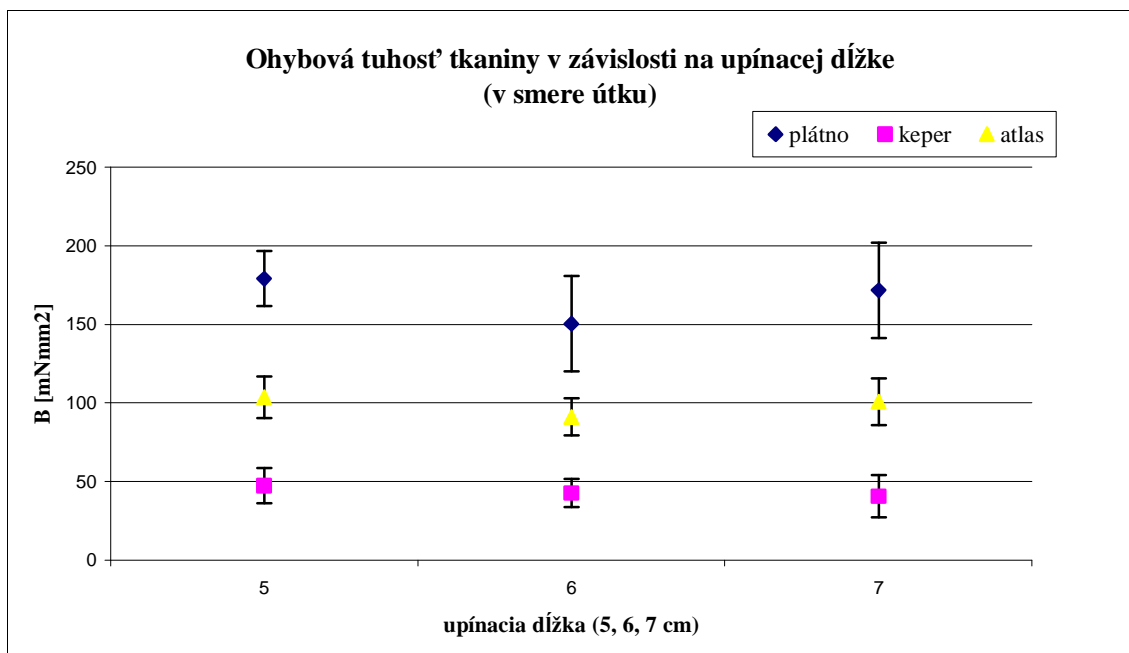


V tab. č. 6 sú uvedené hodnoty ohybovej tuhosti pre tri rôzne tkaniny, ktoré boli merané na troch rôznych upínacích dĺžkach v smere útku. V grafe č. 8 je znázornená závislosť ohybovej tuhosti na upínacej dĺžke v smere útku.

Upínacia dĺžka [cm]		Väzba tkaniny		
		Plátno	K 3/3 Z	A 1/5 n
5	\bar{x} [mNmm ²]	179,19	47,24	103,62
	s [mNmm ²]	18,28	10,73	13,10
	v [%]	10,20	22,71	12,64
	95% IS	<161,59;196,79>	<30,08;58,41>	<90,24;117,01>
6	\bar{x} [mNmm ²]	150,44	42,68	91,15
	s [mNmm ²]	40,46	8,49	11,59
	v [%]	26,89	19,89	12,72
	95% IS	<119,93;180,95>	<33,68;51,68>	<79,42;102,87>
7	\bar{x} [mNmm ²]	171,84	40,62	100,89
	s [mNmm ²]	37,62	12,97	19,89
	v [%]	21,89	31,93	19,71
	95% IS	<141,46;303,21>	<27,27;53,98>	<85,98;115,79>

Tab. 6 Ohybová tuhosť troch vybraných väzieb na troch rôznych upínacích dĺžkach v smere útku

Graf č. 8



Diskusia

Jednou z úloh tejto diplomovej práce bolo overiť predpoklad o zhodnosti ohybovej tuhosti na rôznych upínacích dĺžkach. Ohybová tuhosť bola meraná na troch upínacích dĺžkach v smere osnovy aj v smere útku.

Na grafoch 5 a 6 vidieť, že ohybová tuhosť tkaniny nezávisí na upínacej dĺžke. Z obidvoch grafov vyplýva, že konfidenčné intervaly sa prelínajú. To znamená, že tieto tri rôzne upínacie dĺžky sa môžu považovať za štatisticky rovnaké. Hodnota upínacej dĺžky je obmedzená intervalom (2.14).

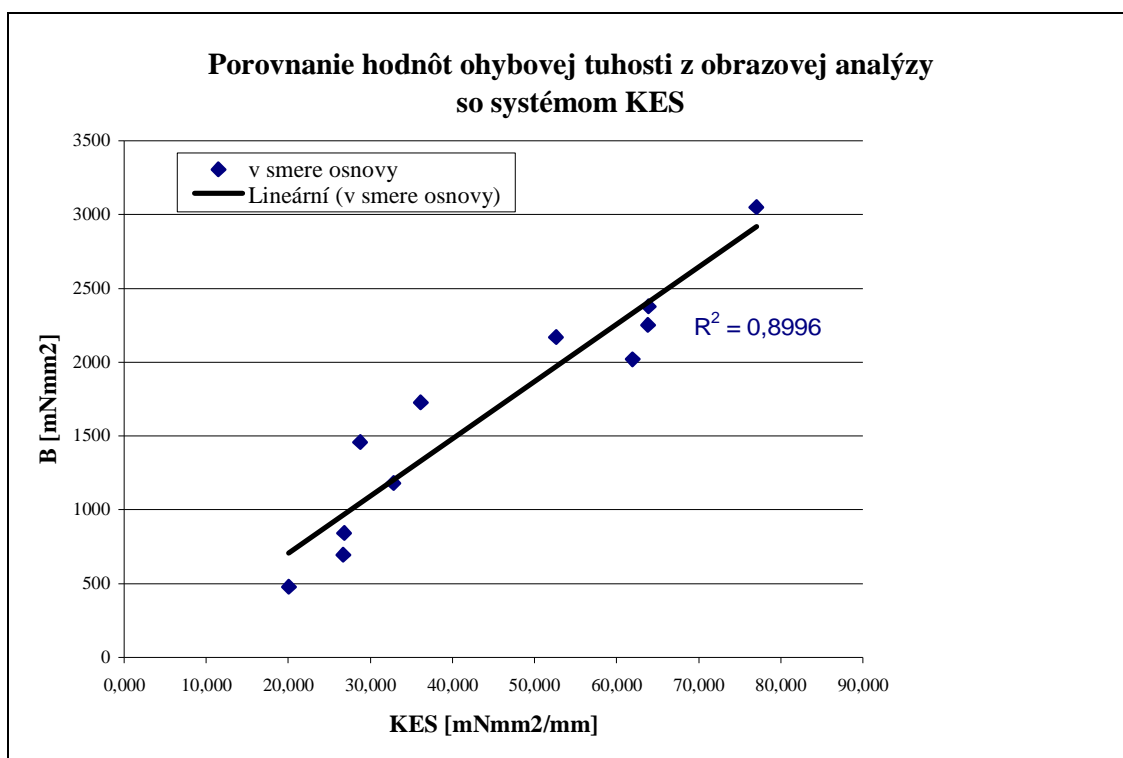
3.2.3 Porovnanie hodnôt získaných pomocou obrazovej analýzy so systémom KES

V tab. č.7 sú uvedené hodnoty ohybovej tuhosti pre rôzne tkaniny získané obrazovou analýzou a pomocou systému KES.

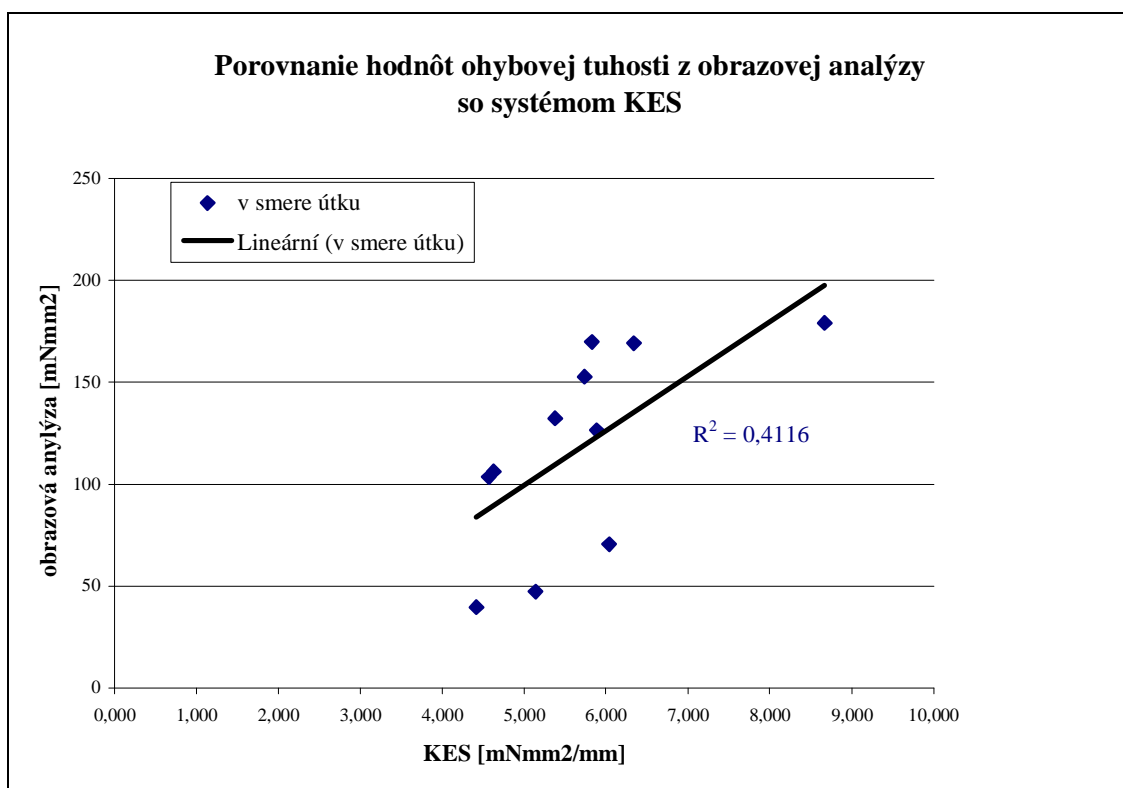
Väzba tkaniny	Obrazová analýza B[mNmm ²]		Systém KES B[mNmm ² /mm]	
	po osnove	po útku	po osnove	po útku
Plátno	478,46	179,19	20,09	8,67
Pa 2/2	1729,36	167,31	36,14	6,34
K 1/2 Z	842,67	126,45	26,81	5,89
K 1/3 Z	1457,01	132,28	28,78	5,38
K 1/3 lom.v striede	1180,28	169,88	32,82	5,83
K 2/2 Z	695,66	152,68	26,69	5,74
K 3/3 Z	2170,86	47,24	52,64	5,14
K 5/5 Z	3050,29	70,60	77,03	6,04
A 1/4 (2)	2377,03	106,17	63,88	4,63
A 1/5 n	2251,64	103,62	63,79	4,57
A 1/7 (5)	2019,92	39,66	61,93	4,42

Tab. 7 Porovnanie hodnôt obrazovej analýzy so systémom KES

Graf č. 9



Graf č. 10



Diskusia

Na grafoch 7 a 8 je znázornené porovnanie hodnôt ohybovej tuhosti získaných obrazovou analýzou s hodnotami zo systému KES.

Na grafe 7 je znázornené porovnanie týchto dvoch spôsobov určovania ohybovej tuhosti v smere osnovy. Párový korelačný koeficient vyšiel pre ohybovú tuhosť v smere osnovy 0,95. Ukazuje to na silne lineárnu závislosť.

V smere útku nie je táto závislosť veľmi veľká (graf 8). Môže to byť spôsobené napr. nerovnomernosťou tkanín. Dôležité je tiež, aby boli vzorky strihané v dostatočne veľkej vzdialenosti od kraja (podľa normy ČSN EN 12751). Párový korelačný koeficient vyšiel pre smer útku 0,64.

3.3 Overenie správnosti výpočtu

Správnosť výpočtu ohybovej tuhosti vypočítanej v programe ohyb bola overená ručným výpočtom.

Rovnica (2.4) sa zjednoduší na závislosť (2.8) a zderivuje sa na vzťah:

$$w'(x) = \frac{w_o x_c}{x_c + x_o} \left[\frac{2x_c + x_o}{x_c} \left(1 - \frac{x}{x_o} \right)^{\frac{x_c + x_o}{x_c}} \left(-\frac{1}{x_o} \right) + \frac{2}{x_o} + \frac{1}{x_c} \right], \quad (3.1)$$

kde w_o a x_o sú súradnice koncového bodu a x_c je súradnica ťažiska ohybovej krivky.

Rovnica (3.1) je potrebná na dosadenie do vzťahu:

$$\int_0^{x_0} \frac{1}{l} \sqrt{1 + w'(x)^2} dx, \quad (3.2)$$

kde l je dĺžka vzorky.

Aby sa overila správnosť výpočtu, musí sa integrál (3.2) rovnať 1.

Hodnoty potrebné na výpočet vzťahu (3.2):

$$w_o = 0,01616 \text{ m},$$

$$x_o = 0,04896 \text{ m},$$

$$x_c = 0,03088 \text{ m},$$

$$l = 0,05 \text{ m}.$$

Doplnením týchto hodnôt do vzťahu (3.1) a následne do (3.2) vyšiel výsledok **1**. Tento výsledok potvrdil správnosť výpočtu ohybovej tuhosti softwarom Matlab v programe ohyb.

4. Záver

Cieľom tejto diplomovej práce bolo vyjadriť vplyv väzby na ohybovú tuhosť tkanín pomocou obrazovej analýzy. Táto metóda na výpočet ohybovej tuhosti si vyžaduje, aby vzorka bola upnutá do špeciálneho prípravku. Vzorka je na jednom konci upnutá a na druhom voľná. Je ohýbaná len vlastnou váhou. Po nasnímaní obrázkov pomocou kamery a programu Lucia boli tieto snímky spracovávané v software Matlab, v ktorom bol navrhnutý skript na stanovenie ohybovej tuhosti. Pre výpočet ohybovej tuhosti bolo potrebné stanoviť polohu konca ohybovej krivky a súradnicu ťažiska tejto ohybovej krivky.

Experimentom sa zistilo, že ohybová tuhosť závisí na použitej väzbe. Ukázalo sa, že plátňová väzba sa v smere osnovy ohýbala najviac a teda dosiahla najmenšiu hodnotu ohybovej tuhosti. Najväčšia hodnota ohybovej tuhosti v smere osnovy bola zaznamenaná u K 5/5 Z. Naopak v smere útku vykazovala najväčšiu hodnotu ohybovej tuhosti plátňová väzba a najmenšiu A 1/7(5).

Štvorvážné kepri majú rovnako veľkú striedu väzby, ale nemajú rovnaké rozmiestnenie väzných bodov po striede. To môže mať vplyv na ohybovú tuhosť tkanín a môžu sa u nich vyskytovať rôzne hodnoty ohybovej tuhosti.

U atlasovej väzby sa experimentom zistilo, že ohybová tuhosť s rastúcou dĺžkou flotážnych úsekov klesá. To platí v smere osnovy aj v smere útku.

Vplyv väzby na ohybovú tuhosť tkanín bol vyjadrený prostredníctvom koeficienta previazania. So znižujúcim sa koeficientom previazania ohybová tuhosť v smere osnovy rastie. V smere útku ohybová tuhosť so vzrastajúcim koeficientom previazania rastie.

Tkaniny v smere osnovy majú väčšiu ohybovú tuhosť, pretože osnovné nite sú ošlichtované. Šlichtovaním sa zvyšuje pevnosť osnovných nití, a preto je ohybová tuhosť tkanín v tomto smere vyššia.

Ďalšou úlohou tejto diplomovej práce bolo overiť predpoklad o zhodnosti ohybovej tuhosti na rôznych upínacích dĺžkach. Boli merané ohybové tuhosti na troch upínacích dĺžkach u troch vybraných tkanín. Experimentom sa tento predpoklad potvrdil.

Porovnaním hodnôt získaných prostredníctvom obrazovej analýzy s hodnotami so systému KES bola zistená lineárna závislosť v smere osnovy aj v smere útku.

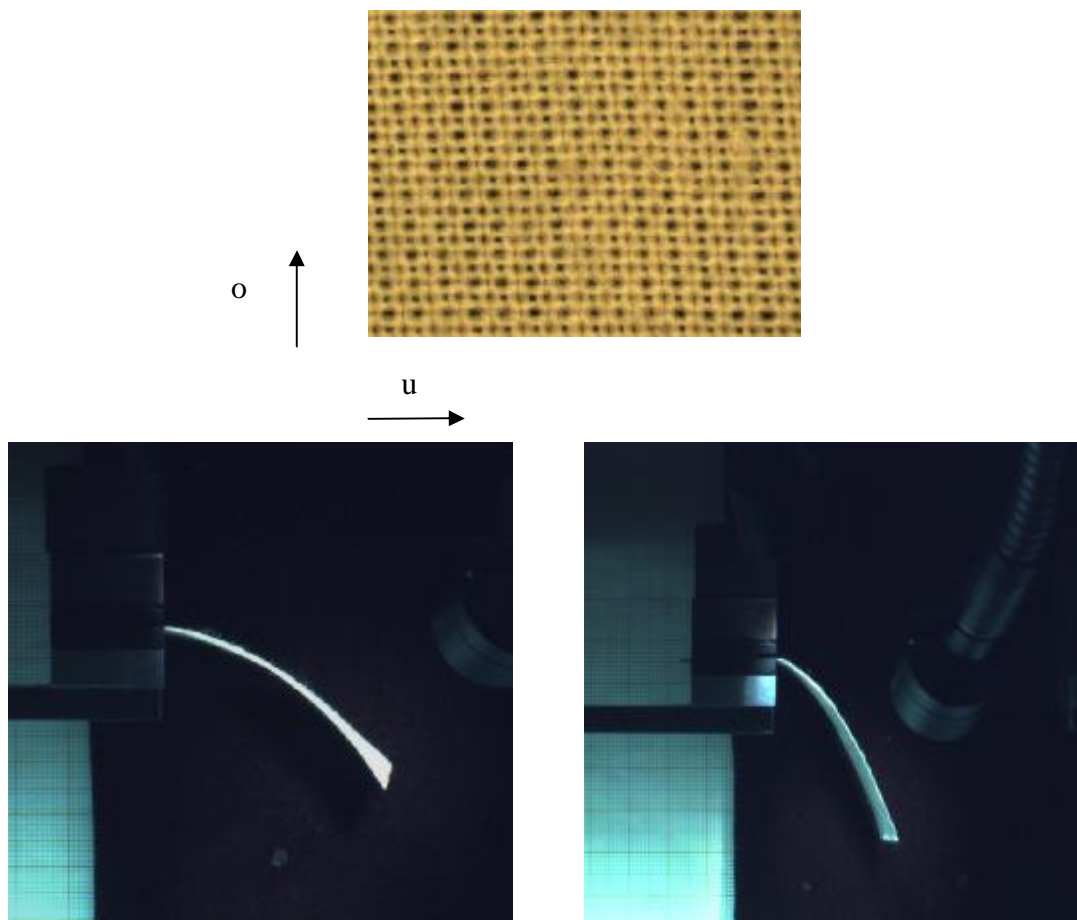
System KES je teda možné nahradiť metódou obrazovej analýzy, ktorá si nevyžaduje tak veľkú spotrebu materiálu, je rýchla a tiež lacnejšia.

Zoznam použitej literatúry

- [1] Staněk, J.: Nauka o textilních materiálech, TUL, Liberec, 1988.
- [2] Mevald, J., Fridrichová, L.: Ohybová tuhost zkušebních vzorků plošných textilií s proměnnou šířkou, Sborník 7, konference STRUTEX 2000, Technická univerzita v Liberci, Liberec 2000.
- [3] Stříž, B.: Mechanika textilií, FT – TU v Liberci, Liberec, 2002.
- [4] MALČÍK, J.: Subjektivní a objektivní metody hodnocení plošných textilií, Liberec, 1986
- [5] USER'S MANUAL KES-FB SYSTÉM.
- [6] KAWABATA, S.: The standardization and analysis of hand evaluation, 1980.
- [7] Mevald, J., Fridrichová, L.: Ohybová tuhost plošných textilií a některé výpočtové modely, Sborník 4, konference STRUTEX 1997, Technická univerzita v Liberci, Liberec, 1997.
- [8] International Nonwovens Journal, Dostupné na World Wide Web:
http://www.inda.org/subscrip/inj00_1/inj00_1.pdf
- [9] Dostálová, M., Křivánková, M.: Základy textilní a oděvní výroby, Technická univerzita v Liberci, Liberec, 2001.
- [10] Kovář, R.: Struktura a vlastnosti plošných textilií, Technická univerzita v Liberci, Liberec, 2003.
- [11] Mrazíková, I.: Vazby tkanin Listové, Technická univerzita v Liberci, Liberec, 2002.
- [12] Kolčavová Sirková, B., Mertová, I.: Interní norma č. 22-201-01/01 Ohybová tuhost příze, Technická univerzita v Liberci, Liberec, 2004.

Prílohy

Plátňová väzba

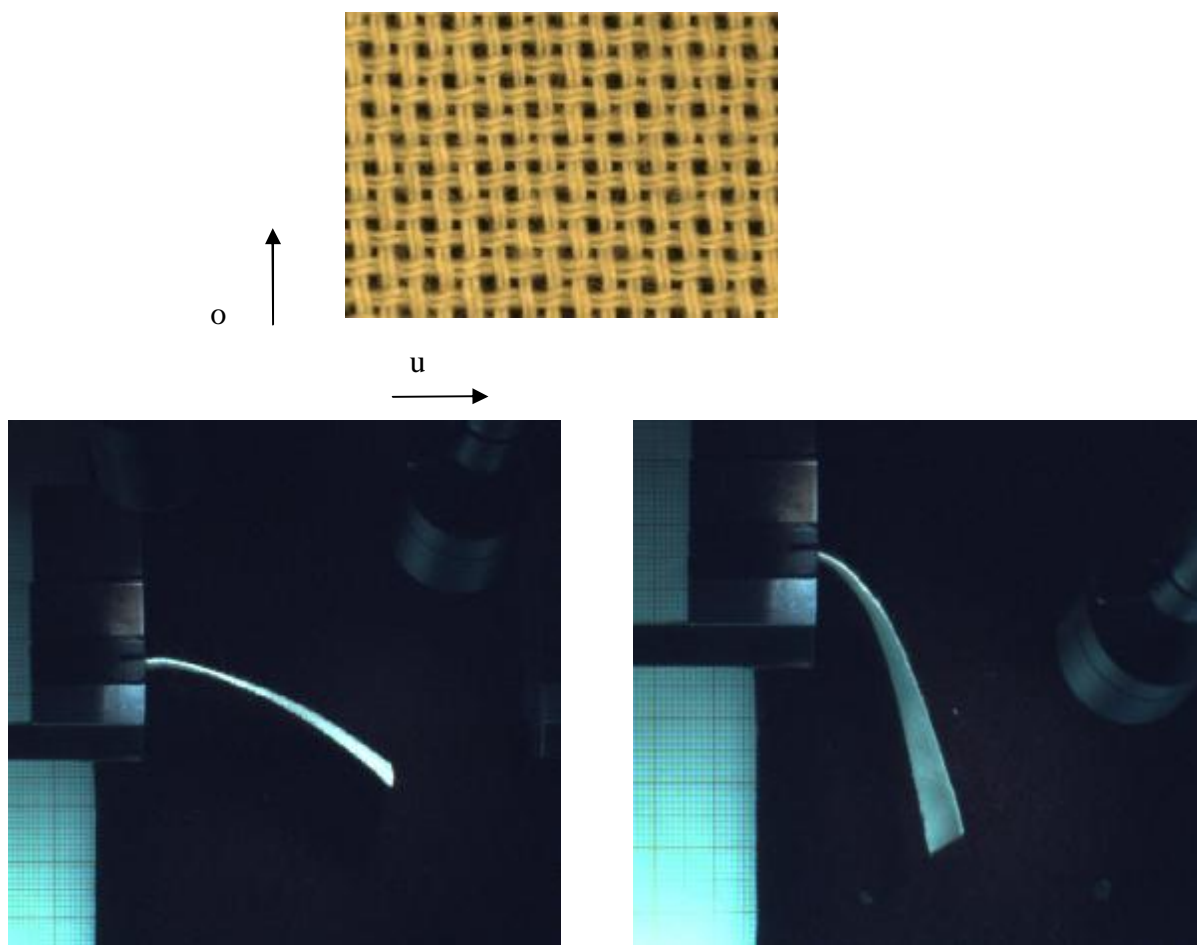


v smere osnovy

v smere útku

Vzorka	Osnova B [mNmm ²]	Útok B [mNmm ²]
1.	418,18	174,79
2.	698,00	199,28
3.	489,54	196,02
4.	538,74	162,37
5.	385,65	183,19
6.	514,26	151,21
7.	435,90	166,51
8.	390,74	152,51
9.	490,16	199,84
10.	623,49	174,50
\bar{x}	478,46	179,19
s	101,19	18,28
v [%]	21,15	10,20

Panamová väzba

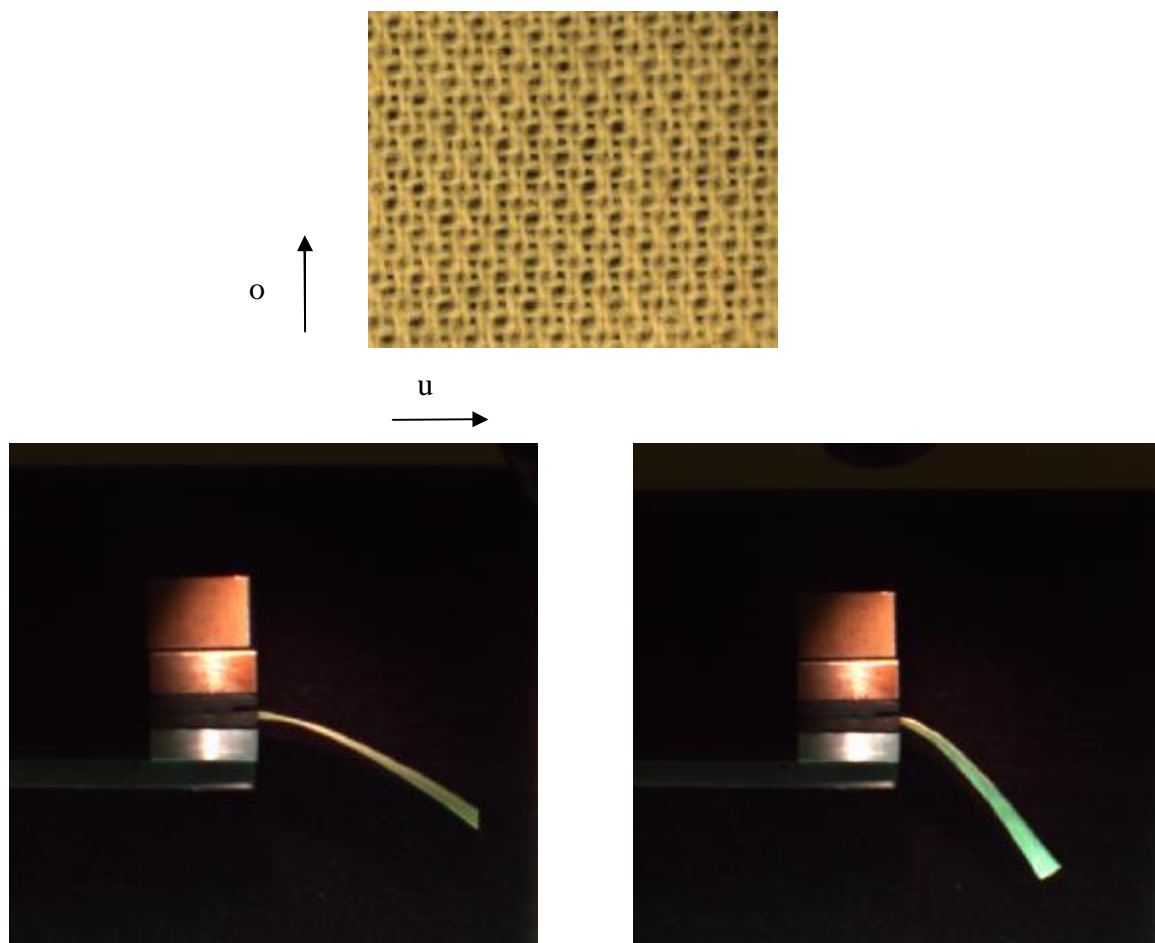


v smere osnovy

v smere útku

Vzorka	Osnova B [mNmm ²]	Útok B [mNmm ²]
1.	1684,41	141,99
2.	2695,98	182,22
3.	1999,42	159,42
4.	1247,21	180,01
5.	1324,14	178,82
6.	2095,16	179,89
7.	2415,29	158,61
8.	1409,52	
9.	1713,67	
10.	1363,57	
\bar{x}	1729,36	169,31
s	494,84	15,49
v [%]	28,61	9,15

Keprová väzba K 1/2 Z

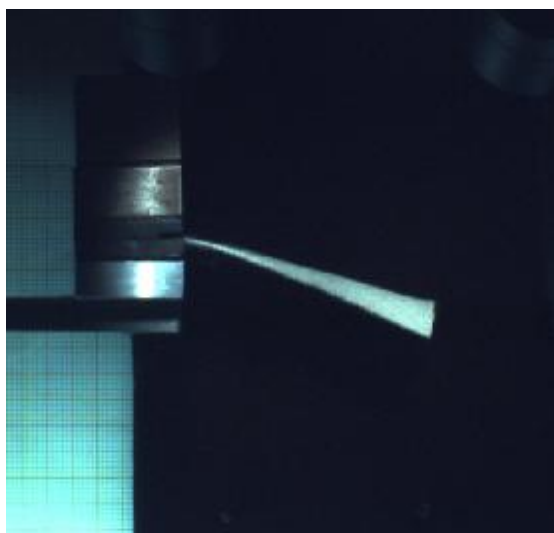
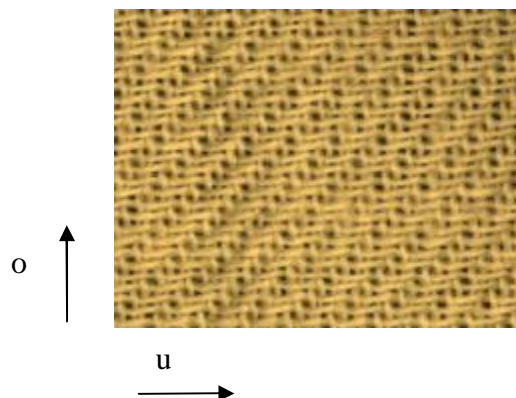


v smere osnovy

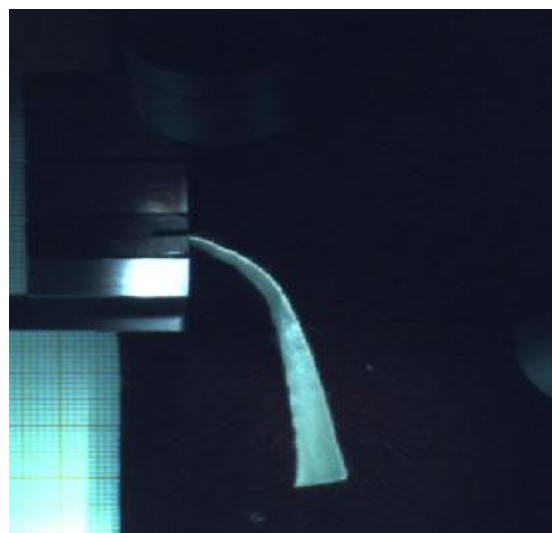
v smere útku

Vzorka	Osnova B [mNmm ²]	Útok B [mNmm ²]
1.	975,92	99,60
2.	738,09	138,16
3.	876,22	149,89
4.	692,14	139,43
5.	1067,87	166,97
6.	709,42	106,44
7.	1133,94	97,37
8.	629,26	132,80
9.	910,57	135,77
10.	775,60	146,46
\bar{x}	842,67	126,45
s	169,89	15,23
v [%]	20,16	12,04

Keprová väzba K 1/3 Z



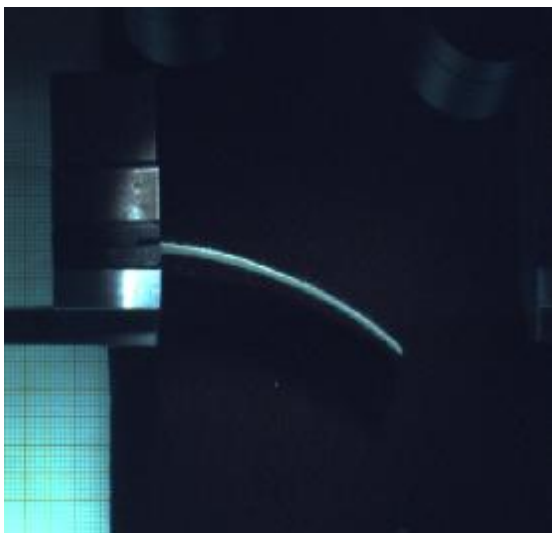
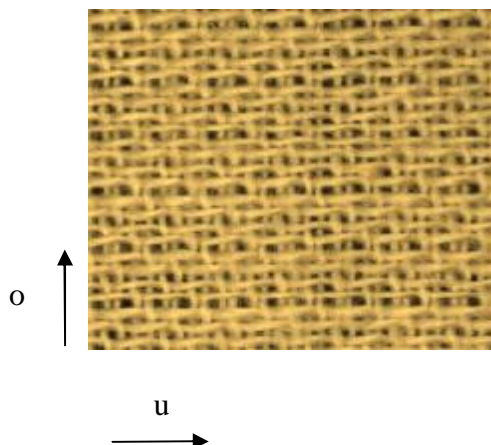
v smere osnovy



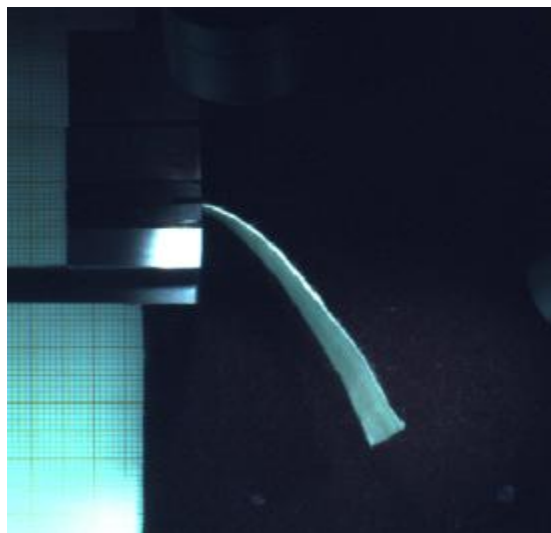
v smere útku

Vzorka	Osnova B [mNmm ²]	Útok B [mNmm ²]
1.	1486,06	142,29
2.	1533,97	153,29
3.	1225,87	128,35
4.	1380,05	142,55
5.	1474,74	122,26
6.	1560,07	119,68
7.	1429,16	132,05
8.		132,10
9.		130,63
10.		111,54
\bar{x}	1457,01	132,28
s	112,64	17,10
v [%]	7,73	25,08

Keprová väzba K 1/3 Z lomený v striede



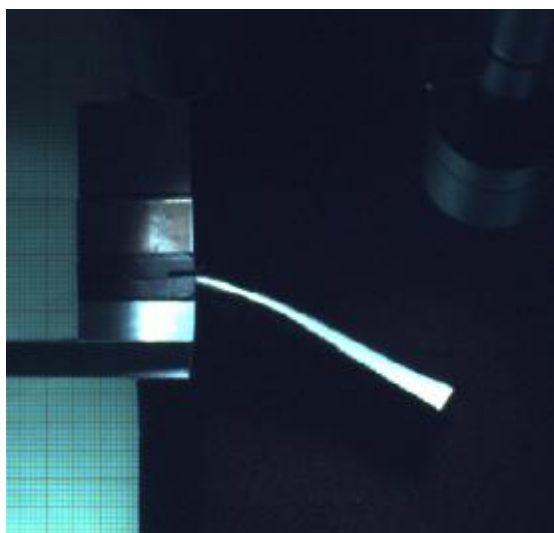
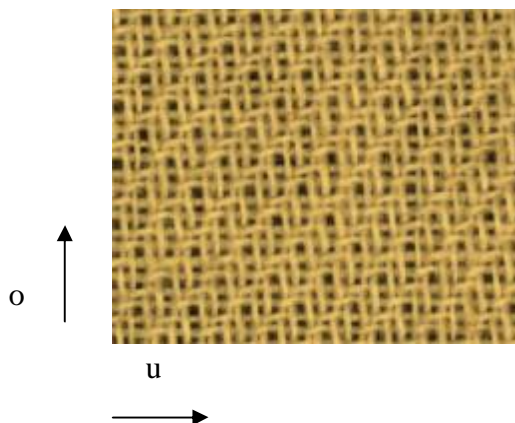
v smere osnovy



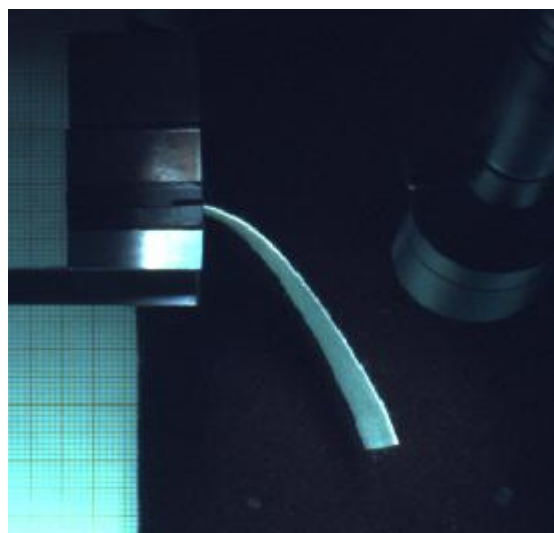
v smere útku

Vzorka	Osnova B [mNmm ²]	Útok B [mNmm ²]
1.	936,36	147,28
2.	746,89	192,48
3.	1182,42	190,948
4.	1366,46	131,27
5.	803,53	162,17
6.	1270,59	162,00
7.	1460,86	198,91
8.	1424,19	
9.	1846,04	
10.	1181,99	
\bar{x}	1180,28	169,88
s	332,69	25,56
v [%]	28,19	15,04

Keprová väzba K 2/2 Z



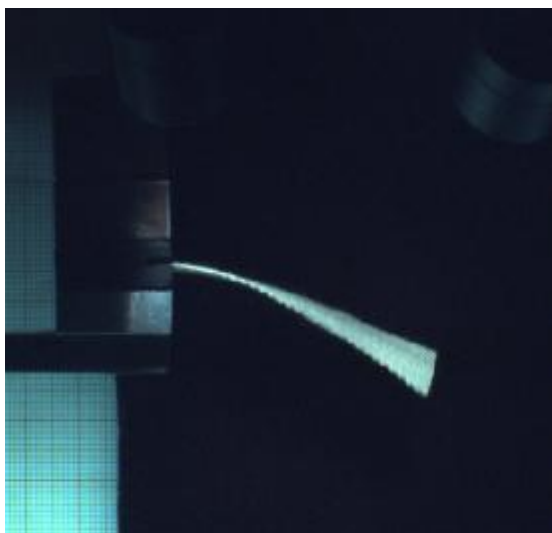
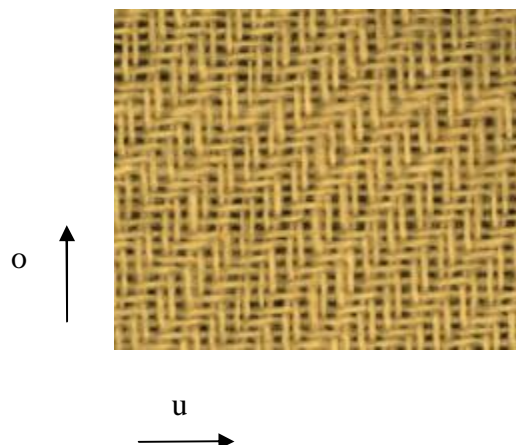
v smere osnovy



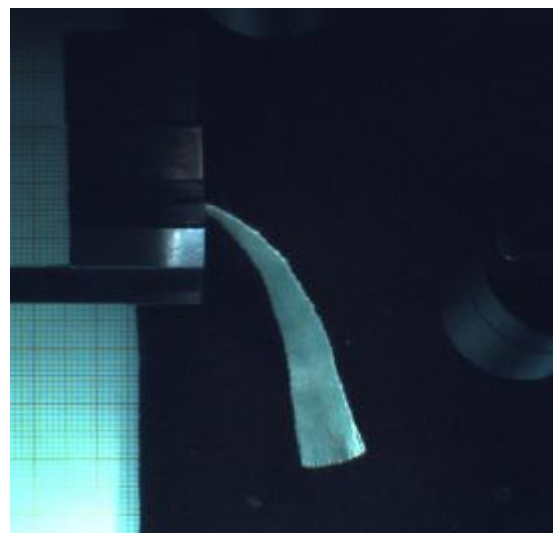
v smere útku

Vzorka	Osnova B [mNmm ²]	Útok B [mNmm ²]
1.	585,41	143,8592
2.	636,48	154,4936
3.	790,08	152,244
4.	656,96	176,5813
5.	710,73	155,6583
6.	810,67	161,5029
7.	769,91	133,1053
8.	574,23	157,4308
9.	653,82	
10.	621,42	
\bar{x}	695,66	152,68
s	84,91	12,66
v [%]	12,21	8,29

Keprová väzba K 3/3 Z



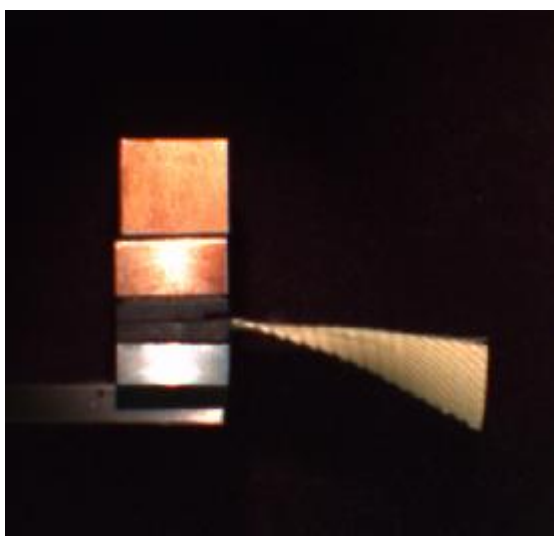
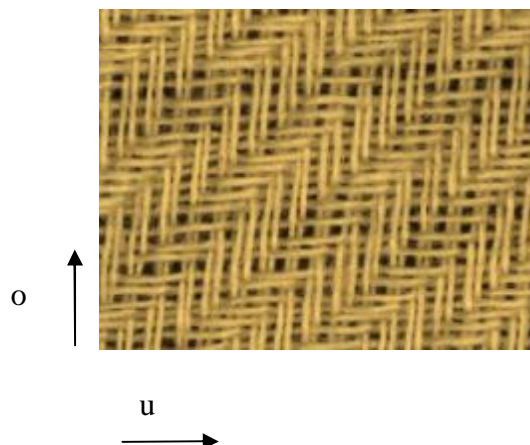
v smere osnovy



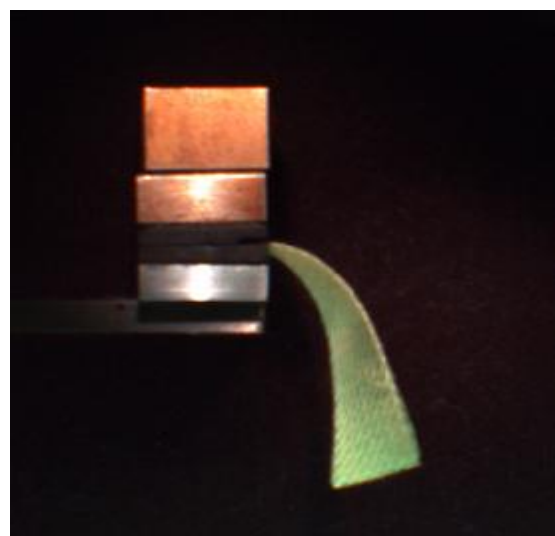
v smere útku

Vzorka	Osnova B [mNmm ²]	Útok B [mNmm ²]
1.	1696,04	32,09
2.	1916,71	54,45
3.	1841,73	36,57
4.	1574,86	41,93
5.	1524,74	37,12
6.	1325,92	58,41
7.	2310,38	57,92
8.	2356,87	57,95
9.	2696,06	35,36
10.	3005,26	39,47
\bar{x}	2170,86	47,24
s	604,61	12,24
v [%]	27,85	9,25

Keprová väzba K 5/5 Z



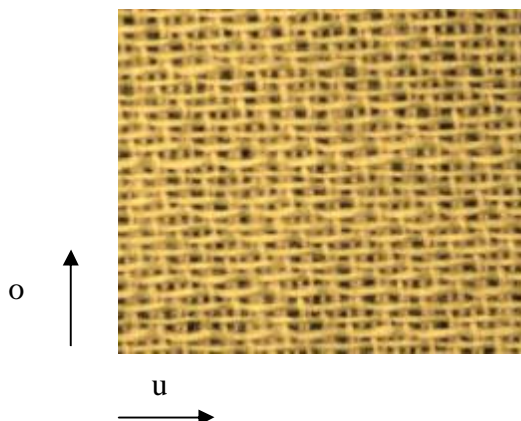
v smere osnovy



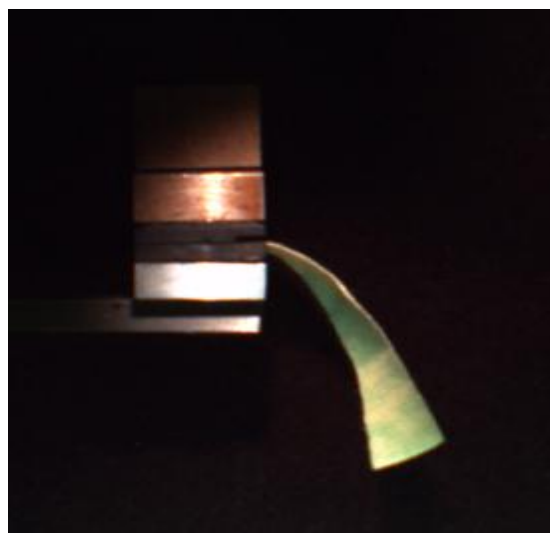
v smere útku

Vzorka	Osnova B [mNmm ²]	Útok B [mNmm ²]
1.	3803,036	52,77525
2.	1915,229	71,47867
3.	3879,357	62,46055
4.	3494,012	78,22681
5.	2111,881	78,00551
6.	3000,981	70,20984
7.	3686,559	82,32337
8.	2857,394	84,42983
9.		62,98045
10.		
\bar{x}	2957,46	70,61
s	760,58	10,48
v [%]	25,72	14,84

Atlasová väzba A 1/4 (2)



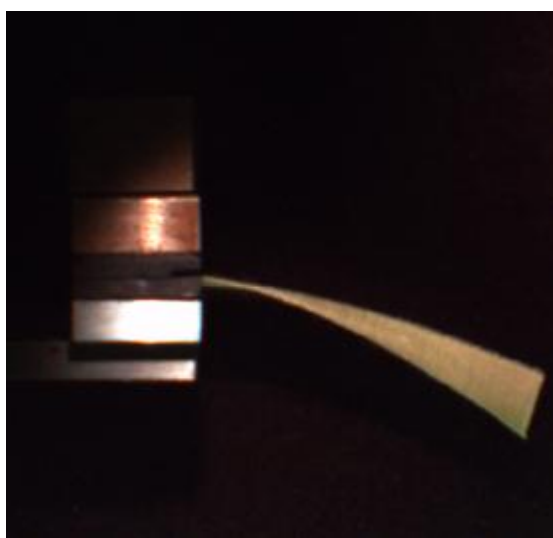
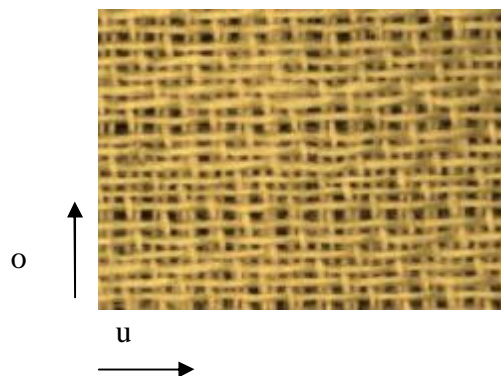
v smere osnovy



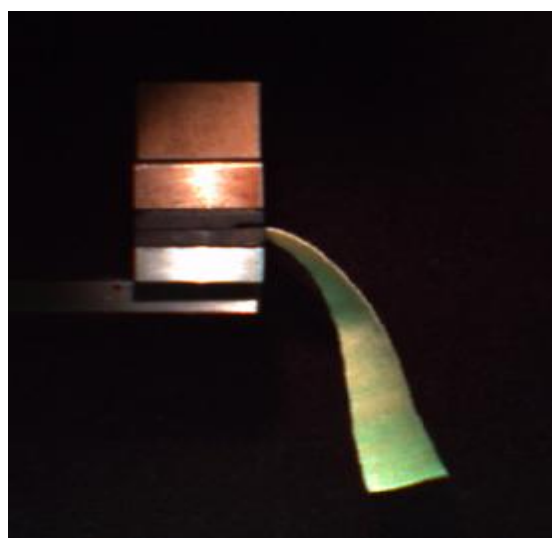
v smere útku

Vzorka	Osnova B [mNmm ²]	Útok B [mNmm ²]
1.	2016,09	104,97
2.	2472,03	104,07
3.	2222,03	105,48
4.	2226,46	102,85
5.	2346,12	105,93
6.	1872,31	110,52
7.	2366,43	159,13
8.	2296,29	102,93
9.	1911,77	157,55
10.	2532,02	109,41
\bar{x}	2377,03	106,17
s	330,71	2,38
v [%]	13,91	2,24

Atlasová väzba A 1/5 n



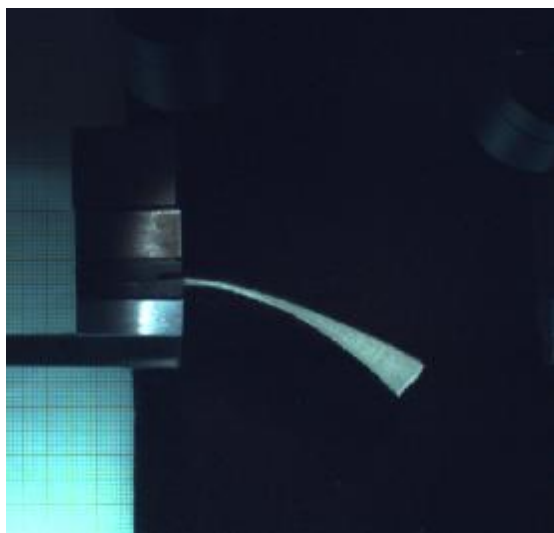
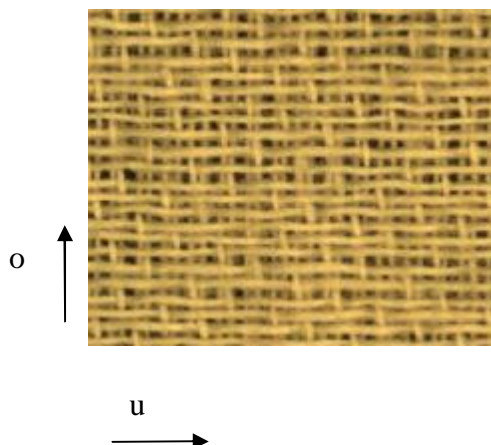
v smere osnovy



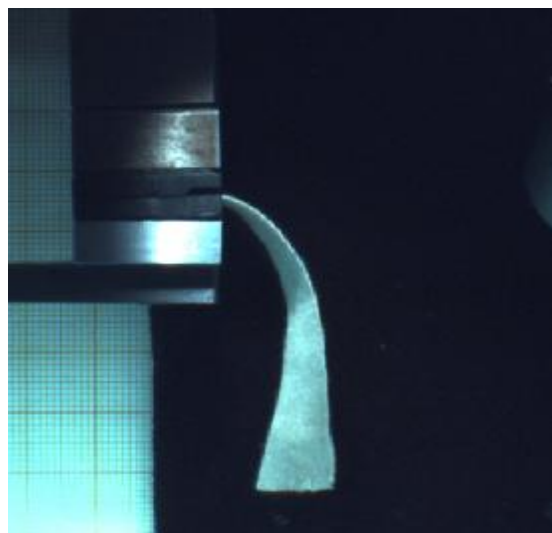
v smere útku

Vzorka	Osnova B [mNmm ²]	Útok B [mNmm ²]
1.	2338,55	120,71
2.	1986,97	117,89
3.	2210,52	113,88
4.	2488,62	86,69
5.	1755,57	99,47
6.	2538,94	114,82
7.	2014,65	109,73
8.	2471,26	89,35
9.	2225,58	
10.	2491,40	
\bar{x}	2251,64	103,62
s	263,87	13,10
v [%]	11,72	12,64

Atlasová väzba A 1/7 (5)



v smere osnovy



v smere útku

Vzorka	Osnova B [mNmm ²]	Útok B [mNmm ²]
1.	2068,68	70,81
2.	2023,46	32,43
3.	2078,48	25,17
4.	2105,61	29,72
5.	1934,23	41,77
6.	1904,43	44,46
7.	2237,02	65,58
8.	2050,43	49,60
9.	2143,03	29,97
10.	1683,81	21,67
\bar{x}	2019,92	39,66
s	152,73	16,75
v [%]	7,56	42,23